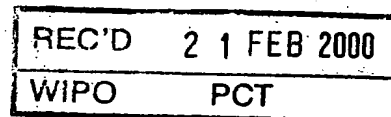


EP 99 / 10377

09/869182



Bescheinigung

Herr Karl-Heinz Sternemann in Bühlertal/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Informationssystem für Gruppen"

am 23. Dezember 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlage dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 06 F 17/60 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 28. April 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 60 008.9

Faust

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

4620P238

Karl-Heinz Sternemann

Informationssystem für Gruppen

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Informationssystem für Gruppen.

Die Beschreibung der Erfindung gliedert sich in mehrere Teile.

In den nachfolgenden Seiten 2 bis 147 ist die Erfindung als solche beschrieben. Auf den dann folgenden Seiten befindet sich unter der Ziffer 9 mit den Seiten 148 bis 186 eine Übersicht über die relevante Literatur, eine Übersicht über die Abbildungen und als Anhang eine Übersicht über die Architektur der flexiblen Kopplung.

Im weiteren Teil dieser Beschreibung auf den Seiten 187 bis 257 finden sich dann Beschreibungen von Detailproblemen und deren Lösungen. Für die Numerierung gelten die rechts oben handschriftlich eingetragenen Zahlen.

1 Einleitung

Die weltwirtschaftlichen Bedingungen haben in den vergangenen Jahren die Wettbewerbssituation der Unternehmen grundlegend verändert. Noch nie zuvor wurden so schnelle und umfassende Änderungen der Rahmenbedingungen beobachtet. Der Zwang immer schneller und unmittelbarer auf Veränderungen des Marktes und der Technologien reagieren zu müssen, reduziert die Macht der zentralen Einrichtungen und gibt den peripheren Einheiten des Unternehmens mehr Einfluß. Dies führt zu einer neuen Gewichtung der Anforderungen an die Prozeßgestaltung und Organisationsformen /3,4,5,18/.

Die organisatorischen Antworten fordern kleine, flexible Einheiten mit einem relativ hohen Maß an Autonomie. Durch Selbstorganisation /24/ sollten die zur Aufgabenerfüllung notwendigen Methoden in Teilen selbst gewählt werden können. Aufgrund spezifischer Bedingungen, unterschiedlicher Komplexität und differierender Umgebungseinflüsse stimmen die Ziele autonomer Einheiten nicht immer mit der Unternehmensstrategie überein. Eine wesentliche Aufgabe besteht folglich darin, geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen oder diese zu beeinflussen, damit die notwendige Kommunikation und Information zur Selbstorganisation in und zwischen den Teams gewährleistet ist. Informationssysteme zur Unterstützung solcher Organisationsprinzipien müssen sich daher flexibel an dedizierte Aufgabenstellungen anpassen lassen und die für einen bestimmten Fertigungsbereich relevante Lösungswege unterstützen.

Wegen der rasanten Entwicklung und des Einsatzes moderner Informationstechniken befinden wir uns in einem technisch-wirtschaftlichen Wandel, der in Ausmaß und Folgewirkungen mit dem Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft zu vergleichen ist. Bezogen auf die Fertigungsindustrie steht der Begriff "Informationsgesellschaft" für eine Wirtschaftsform, in der ein produktiver Umgang mit der Ressource "Information" eine besondere Bedeutung erlangt. Wissen² wird als der neue Produktionsfaktor in unserer Gesellschaft beschrieben /8, 9/. Nur 3 % der Auftragsbearbeitungszeit bei ABB entfallen auf die Produktion, 97 % der Zeit wird für „anderes“ benötigt /7/. Die Einsparpotentiale bei der Abwicklung von Fertigungsaufträgen haben eine Größenordnung von ca. 40 Prozent /6/.

² Die Begriffe Wissen, Information und Daten werden im Kapitel *Information, Kommunikation und Wissen in Unternehmen* ausführlich diskutiert.

Es fällt auf, daß die Begriffe Information, Kommunikation und Wissen oft auf andere, nicht näher präzierte Begriffe zurückgeführt werden, deren Herleitung wiederum auf nicht weiter definierten Begriffen beruht. Information läßt sich auch heute offenbar nur durch eine Auflistung von Synonymen umschreiben. Das Wort Information stellt entwicklungsgeschichtlich die Substantivform des Verbs informieren dar, welches im 15. Jahrhundert aus dem lateinischen „informare“ entlehnt wurde. Die ursprüngliche Bedeutung war „einformen, bzw. eine Gestalt geben“. Diese Bedeutung wurde im 20. Jahrhundert durch „benachrichtigen, bzw. Auskunft geben“ erweitert. In jüngster Zeit erfährt der Informationsbegriff, insbesondere in der Biologie beispielsweise mit dem Begriff „Erbinformation“, wieder eine Annäherung an die ursprüngliche Bedeutung.

WIENER definierte 1948 Information als eine unabhängige Grundgröße der Naturwissenschaften /176/. Im selben Jahr lieferte SHANNON den wohl wichtigsten Beitrag zu einer Informationstheorie. Er definierte in seiner Theorie, ausgehend von der Frage wie möglichst viel Wissen in eine möglichst kurze Nachricht gesteckt werden kann, insbesondere ein Maß für den mittleren Informationsgehalt, den man mit einer gegebenen Kodierung übertragen kann /174/. Inzwischen fand der Shannonsche Informationsbegriff Einzug in die verschiedensten Einzelwissenschaften. Von der Semiotik, Kybernetik und Philosophie gingen wesentliche Impulse für die weitere Entwicklung aus. Nicht alle verstehen unter Information dasselbe. Es wird zwischen strukturell-attributiver³ und funktionell-kybernetischer⁴ Information unterschieden.

Auf ein schwerwiegendes Problem soll hier besonders aufmerksam gemacht werden. Von den meisten Informationstheoretikern wird „Wahrheit“ als notwendiges Charakteristikum der Information postuliert. Stellvertretend für andere, sei hier die Meinung von DRETSKE zitiert:

„Information is what is capable of yielding knowledge, and since knowledge requires it also.“⁵

Welche Konsequenzen ergeben sich und wie ist die Situation zu bewerten, wenn ein Mensch unbewußt sein „Wissen“ auf falschen Annahmen gründet und mit diesem „Wissen“ seine Umwelt informiert? Es gelten offensichtlich die gleichen Übertragungs- und

³ Information wird als Struktur, Vielfalt und Ordnung aufgefaßt.

⁴ Information wird als funktionelle Bedeutung oder als Eigenschaft organisierter Systeme verstanden.

Aufnahmeregeln die bei einem „Informieren“ mit faktengerechtem Wissen anwendbar sind. Dies bedeutet, daß „Wahrheit“ kein notwendiges Merkmal von Information darstellt.

Daraus resultieren weitreichende Konsequenzen, denn „Interpretierte Daten“ und Signale, Informationen⁶ und Wissen bilden in einem vorgegebenen Handlungsrahmen die Grundlagen von Entscheidungen. Der bedarfsgerechten Bereitstellung von faktengerechten Informationen kommt somit im Kontext der Wissenserweiterung und -strukturierung sowie verbesserter Entscheidungsbedingungen eine besondere Bedeutung zu:

- da die Sensitivität verbessert und der Handlungsrahmen für Entscheidungen bewußter wahrgenommen wird,
- die Auswirkungen verschiedener Handlungsalternativen besser beurteilt werden können, und
- neue Handlungsalternativen entwickelt werden können, die vor der Informationsbeschaffung nicht bekannt waren.

Da unterschiedliche Fachabteilungen unterschiedliche Anforderungen an Informationen und an Unterstützungssysteme stellen, entstehen heterogene Datenbestände. Darüber hinaus, haben sich in den verschiedenen Bereichen der Unternehmen häufig unterschiedliche „Datenmodelle“ und „Sprachkulturen“ entwickelt, die einen Austausch von Informationen erschweren. Die Situation ist geprägt von informationstechnischen Insellösungen; durch unterschiedliche oder abweichende Bezeichnungen desselben Objektes durch verschiedene Anwender kommen semantische Probleme hinzu /189/. Dadurch wächst der Zeitaufwand für den Informationsaustausch, was einem Anstieg der Informationskosten⁷ gleichbedeutend ist. Gleichzeitig werden notwendige Informationen nicht oder nur verzögert bereitgestellt, wodurch die Qualität der Entscheidung negativ beeinflusst wird, da die Informationswertigkeit sinkt.

Im Sinne von „*Don't automate, informate!*“ fordert ZUBOFF /173/ mit der neuen Wortschöpfung „*Informate*“, daß neue Informationsstrukturen über den reinen Bereich des

⁵ nachzulesen in Dretske 1981, S. 45 /175/

⁶ Informationen stellen im Kontext der vorliegenden Arbeit interpretierte oder vor-interpretierte Daten oder Signale dar.

⁷ Laut einer Umfrage /43/ kann man davon ausgehen, daß von den deutschen Automobilherstellern und ihren Zulieferern mehr als 110 verschiedene CAD Systeme eingesetzt werden. Aufgrund der heterogenen Systemlandschaft und der heute nicht ausreichenden Schnittstellenformate ist eine aufwendige manuelle Nachbearbeitung der übertragenen Daten notwendig. Durch den zunehmenden Einsatz von STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data, ISO 10303) erwartet die deutsche Automobilindustrie eine Kostenreduzierung um ca. 100 Mio. DM pro Jahr.

Informierens hinausgehen. Damit Mitarbeiter unternehmerisch entscheiden und handeln können, müssen sie über alle notwendigen Informationen verfügen können. Der einzelne Mitarbeiter muß neben der Verantwortung auch die Autorität für seine Entscheidung bekommen; Verantwortung alleine reicht nicht mehr aus. Nicht alle Daten werden zu Informationen, und nicht alle Informationen werden zu Wissen; sie müssen analysiert, strukturiert und im Entstehungskontext gesehen werden können.

Die verfügbaren Informations- und Kommunikationssysteme unterstützen dezentrale Strukturen nicht in dem erforderlichen Maße; sie unterstützen nur mangelhaft die interdisziplinäre, teamorientierte Zusammenarbeit /21/. Technik allein garantiert noch lange nicht den produktiven Einsatz computergestützter Informationssysteme. Mangelnde Gebrauchstauglichkeit und schlechte Anpassung an die Benutzerbedürfnisse können zu Produktivitätsverlusten führen /14,15/.

Die transparente Gestaltung von Prozessen und die Integration von Abläufen durch eine effizientere Nutzung von wissensbasierten Informationssystemen mit CSCW-Werkzeugen⁸, Hypermedia-Strukturen und graphischen Benutzeroberflächen werden daher immer wichtiger. Verfügbare Informations-, bzw. Expertensysteme zeigen jedoch bei der Verknüpfung von Daten, Informationen und Wissen erhebliche Defizite /11,12/. Diese computerbasierten Werkzeuge sind meist einzelplatzorientiert und auf eine bestimmte Aufgabe zugeschnitten.

Aus diesen Erkenntnissen und dem heutigen Paradoxon einer ständig wachsenden Flut von Daten, bei gleichzeitig konstatiertem Informationsmangel /13/, bekommt die Informationsversorgung und das Wissensmanagement⁹ in dezentralen Strukturen einen immer höheren Stellenwert.

Die vorliegende Dissertation versteht sich als Beitrag zur Entwicklung einer neuen Form der Informations- und Wissensbereitstellung in dezentralen Strukturen. Die Konzeption, aus wenigen originären Daten, die notwendigen Informationen zu generieren, soll helfen, der Informationsarmut im Datenüberfluß /16/ entgegenzutreten. Der Kerngedanke liegt in

⁸ Unter dem Begriff Computer Supported Cooperative Work (CSCW) werden vielfältige computerunterstützte Werkzeuge zur Unterstützung und Koordination von Teamarbeit subsumiert /2,19,20/.

⁹ Wissensmanagement wird primär unter zwei, nicht miteinander kompatiblen, Gesichtspunkten gesehen. Zum einen aus der Sicht der Leibnitz-Welt, mit einer starken Fokussierung auf instrumenteller, technischer

einer dezentralen Aufbereitung und Bereitstellung der benötigten Informationen und Wissensbestände /17/, damit die Forderung nach der richtigen Information, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der erforderlichen Menge und Qualität erfüllt werden kann.

Aufgrund der komplizierten Anlagentechnik und der Merkmale Grundstoffeinsatz, Kontinuität, Prozeßbeherrschung und Kuppelproduktion¹⁰, sind diese Anforderungen bei einer „prozeßorientierten“¹¹ Serienfertigung^{12,13} besonders relevant. Spezifische Anforderungen an die Informationsversorgung der operativen Mitarbeiter ergeben sich durch den Betrieb genehmigungspflichtiger Anlagen mit hoher Umweltrelevanz und entsprechendem Gefährdungspotential für Wasser, Luft und Boden. Die sich dadurch ergebenden Interdependenzen zwischen Fachabteilungen und Genehmigungsbehörden stellen deutliche Ansatzanforderungen. Die Vorteile des vorliegenden Ansatzes werden dadurch besonders erkennbar und sollen daher an diesem Beispiel evaluiert werden. Die Erkenntnisse dieser Arbeit dienen somit nicht nur der datentechnischen Verknüpfung unterschiedlicher Bereiche, sondern auch der Verbesserung des Informationsflusses des gesamten Unternehmensbereiches und der daraus abzuleitenden organisatorischen und technischen Konsequenzen.

Das Hauptziel ist demnach die Erarbeitung eines Konzeptes, welches die Ergebnisse der herkömmlichen Informationstheorien und -systeme berücksichtigt, deren Mängel zu beheben versucht und darüber hinaus jene Aspekte einbezieht, die noch nicht den Einzug in teamorientierte Informationssysteme geschafft haben. Weil ein solches Vorhaben notwendigerweise zu einem interdisziplinären Ansatz führt, müssen die einbezogenen Wissensdisziplinen in der Arbeit zusammenfassend erläutert werden. In diesem Sinne wird

Unterstützung bis hin zur „künstlichen Intelligenz“. Zum anderen aus der konstruktivistischen Weltsicht, wonach Wissen lokal produziert wird, sowie diskursiv und prozessual entsteht /7/.

¹⁰ Müssen Aufträge aufgrund technologischer oder ökonomischer Restriktionen in bestimmten Reihenfolgen oder spezifischen Gruppierungen in einzelnen Verfahrensstufen bearbeitet werden, spricht man von Kuppelproduktion.

¹¹ Prozeßorientierung bedeutet im vorliegenden Zusammenhang die Fokussierung auf die technischen Prozesse, nicht jedoch auf Prozesse im Sinne einer Geschäftsprozeßmodellierung.

¹² Als Serienfertigung wird eine gleichzeitige oder unmittelbar aufeinanderfolgende Fertigung gleicher Produkte in begrenzter Stückzahl verstanden. Zur Optimierung der Losgröße werden bei der Serienfertigung Kundenaufträge überwiegend in kundenneutrale Fertigungsaufträge transformiert, bzw. die Fertigungsaufträge werden aus Prognosedaten generiert. Für die prozeßorientierte Serienfertigung müssen weitere Klassifizierungsmerkmale herangezogen werden, da sowohl Merkmale einer kontinuierlichen als auch einer diskontinuierlichen Serienfertigung anzutreffen sind /22,23/.

¹³ Eine prozeßorientierte Serienfertigung liegt beispielsweise in Unternehmen der Papiererzeugung und -veredelung vor.

im Kapitel *Information, Kommunikation und Wissen in Unternehmen* ein qualitativer Überblick über den genutzten Wissensstand gegeben. Es werden ausführlich Fragestellungen zur Definition von Information und Wissen auf den Grundlagen der aktuellen Literatur diskutiert, und die Begriffe „organisatorische Intelligenz“ und „lernende Organisation“ näher beleuchtet.

Zunächst erfolgt im Kapitel *Problemstellung* eine Abgrenzung des Untersuchungsfeldes durch Typisierung der prozeßorientierten Serienfertigung am Beispiel der Papierproduktion in einem erweiterten Kontext. Für die prozeßorientierte Serienfertigung werden die Merkmale einer bedarfsgerechten Informationsbereitstellung für Teams in dezentralen Strukturen abgeleitet. Eine Orientierung an bisherigen und derzeit diskutierten Methoden und Systemen kann dabei nur in eingeschränktem Umfang erfolgen. Die Ansätze zur Lösung der Informationsproblematik konzentrieren sich entweder auf die Entscheidungsunterstützung der Managementebene oder beschränken sich auf bestimmte Aufgaben der stücklistenorientierten Produktion /21/.

Die daraus abzuleitenden Anforderungen an ein entscheidungsunterstützendes Informationssystem werden im Kapitel 3 formuliert. Aufbauend auf den Erkenntnissen des Forschungsprojektes DYNAPRO werden die notwendigen Ausprägungen einer mitarbeiterorientierten Informationsversorgung abgeleitet.

Eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Mängel bestehender Theorien und Systeme bezogen auf eine wirtschaftliche Bereitstellung von Informationen für operative Unternehmensbereiche, folgt im Kapitel *Zusammenfassung der Defizite bestehender Systeme*.

Der im Kapitel *Team-Informationssystem* beschriebene Lösungsansatz stellt ein wissensbasiertes System dar, das Ergebnisse aller Bereiche einer prozeßorientierten Serienfertigung in einem aktiven semantischen Netzwerk zusammenfaßt und diese allen Mitarbeitern in geeigneter Form zur Verfügung stellt. Dieser Ansatz beruht auf der einfachen Vermutung, daß Syntax, Semantik und Pragmatik nicht grundsätzlich verschiedene Konzepte von Beziehungen zwischen Dingen der Realität, respektive der Vorstellungswelt verkörpern, sondern lediglich situationsbedingte Merkmale beliebig gerichteter Beziehungen bezeichnen. Die Inhalte der eingeführten Wissensbasis stellen eine Grundlage für die Kooperation zwischen verschiedenen Fachdisziplinen dar. Sowohl durch eine „*einheitliche Navigation und Prozeßintegration*“, als auch durch die Integration von Werkzeugen zur Kooperation und Kommunikation mit Mitarbeitern aus anderen Unternehmensbereichen, können alle

Mitarbeiter auf der Basis eines „*kollektiven Informationsraumes*“ kooperieren. Dazu wird ein mehrdimensionaler, „*kollektiver Informationsraum*“ definiert, in dem Strukturinformationen die Lokalisierung und Handhabung von Informationen in Form von „*Informationsobjekten*“ unterstützen. Zwischen diesen „*Informationsobjekten*“ bestehen „*Information-Beziehungen*“ mit unterschiedlichen „*Beziehung-Intensitäten*“, die in sogenannten Adjazenz-Matrizen repräsentiert werden und damit die Bildung dynamischer Kohärenzfelder ermöglichen.

Zur Lokalisierung von „*Informationsobjekten*“ und Ressourcen wird eine Erweiterung des Uniform Resource Locators (URL) mit Methoden und Strukturparametern vorgeschlagen. Das schnelle und reproduzierbare Auffinden von „*Informationsobjekten*“ wird mit den im Abschnitt *Navigation* beschriebenen Navigationsmechanismen (Strukturbrowser, Blockhaltbilder) ermöglicht.

Die im Unternehmen vorhandenen Anwendungen und Softwaresysteme werden in einem methodenbasierten Konzept integriert. Es erfolgt eine föderierte Integration von Methoden, anstatt einer monolithischen Gesamtlösung. Die im Kapitel *Architektur der flexiblen Kopplung* vorgestellte Systemarchitektur unterstützt nicht nur das einmalige Anwenden, sondern ermöglicht die kontinuierliche Verbesserung der Nutzung von verteilt verfügbaren Daten, Informationen und Wissen.

Anschließend erfolgt eine kritische Diskussion der Konzeption von „*Informationsobjekten*“. Aufbauend auf Systemelementen werden „*knoten- und kantenbezogene Informationskosten*“ definiert. Verbunden mit der Definition von „*Informationswertigkeit*“, bildet diese Systematik die Grundlage einer monetären Bewertung und vergleichenden Betrachtung.

Die für den Gesamtansatz notwendigen Einzelkomponenten können teilweise lediglich im Gesamtkontext des Lösungsansatzes nachvollzogen und ihrer Gesamtwirkung eingeordnet werden. Deshalb wurde versucht, im Kontext der jeweiligen Teilkomponente, sowohl die Defizite bestehender Lösungen als auch die besonderen Eigenschaften des Lösungsansatzes darzustellen. Wann immer möglich, erfolgte zur besseren Einordnung in die Gesamtkonzeption, eine kurze Evaluierung an einem beispielhaften Anwendungsfall.

2 Problemstellung

Der Bedarf an Prozeßinformationen in den Unternehmen steigt zwangsläufig mit der Bedeutung der Prozesse. Dies gilt besonders für eine „prozeßorientierte Serienfertigung“, da in diesen Fällen die gesamte Unternehmensstruktur am jeweiligen Herstellungsprozeß ausgerichtet ist. Es ist folglich wichtig zu wissen, welche Informationen über Aktivitäten, in welcher Form, wann und wem zur Verfügung stehen müssen. Diese Fragen können nur beantwortet werden, wenn neben dem entsprechenden Wissen¹⁴ auch adäquate Zugriffsmöglichkeiten auf dieses Wissen, die notwendigen Informationen und den zugehörigen Datenhaltungssystemen vorhanden sind.

Durch die in den Unternehmen zunehmend komplizierten Prozeßstrukturen ist das Wissen über technologische Prozesse und Abläufe bei vielen Funktionsträgern aller Hierarchiestufen dezentral verteilt. Die „Köpfe der Mitarbeiter“ stellen dabei oft den wichtigsten Speicher von informell induziertem, jedoch nicht formalisiertem Prozeßwissen dar.

Die prozeßorientierten Unternehmen sind dadurch gekennzeichnet, daß sich bei der Herstellung der Produkte die Einsatzstoffe zumindest teilweise in einem „labilen“ Aggregatzustand befinden können. Die Produktion, verstanden als „Kombination von Produktionsfaktoren“ und nicht nur als die industrielle Herstellung von Sachgütern /25,26/, erfolgt meist in Chargen. Die Chargen werden mit Maßeinheiten wie Tonnen oder Laufmeter gemessen. Die für die einzelnen Chargen unterschiedlichen Produktionsprozesse werden in Herstellungsvorschriften, in der diskreten Fertigung als Arbeitspläne bezeichnet, oder als Rezepturen dokumentiert.

Mit der Analyse unterschiedlicher Produktionstypen wird nachfolgend aufgezeigt, daß die betrachteten Prozesse der prozeßorientierten Serienfertigung, am Beispiel der Papiererzeugung und -veredelung aufgezeigt, spezielle Anforderungen an Informationssysteme stellen. SCHOMBURG entwickelte ein ausführliches Instrumentarium um Produktionstypen klassifi-

¹⁴ Wissen ist nach DRUCKER, ein Werkzeug, mit dem Ergebnisse erzielt werden /41/. BOHN definiert Wissen als Erkenntnis von Zusammenhängen, auf deren Basis Einfluß genommen, also in der Regel ein bestimmtes Ergebnis erzielt werden kann /42/. Eine wesentliche Unterscheidung ist zwischen individuellem und kollektivem Wissen zu treffen. Für die Unternehmen mit koordinierten Handlungszusammenhängen ist das kollektive Wissen bedeutender. Kollektives Wissen ist eine Mischung aus explizitem und verborgenem Wissen. Es ist in ein Netz von Beziehungen so eingebettet, daß man es nicht in Einzelteile zerlegen und als solche imitieren oder erwerben kann /7/.

zieren zu können /22/. Eine neuere Art der Klassifizierung, verbunden mit einer umfassenden Auflistung, wurde von KISTNER und STEVEN veröffentlicht /23/. Produktionstypen werden durch faktorbezogene (inputbezogene), prozeßbezogene (throughputbezogene) und produktbezogene (outputbezogene) Elementartypen beschrieben.

Diese Klassifizierung wird zusätzlich durch Elemente zur Einordnung „Genehmigungspflichtiger Anlagen“, „Kuppelproduktion“ und „Umweltrelevanz“ erweitert. Diese aus den Elementartypen zusammengesetzten Kombinationen zur Beschreibung spezieller Produktionsprozesse, werden z.B. mit Hilfe einer Profildarstellung graphisch veranschaulicht. Tabelle 1 stellte eine erweiterte Typologie für die industrielle Produktion vor, bei der die Merkmale der prozeßorientierten Industrie hervorgehoben wurden. Die Merkmale Kontinuität, Grundstoffeinsatz, Prozeßbeherrschung und Kuppelproduktion wirken direkt auf die jeweiligen Herstellvorschriften und bedingen somit eine besondere Art der Informationsdarstellung und -bereitstellung. Spezifische Anforderungen an die Informationsversorgung der operativen Mitarbeiter ergeben sich durch den Betrieb genehmigungspflichtiger Anlagen mit hoher Umweltrelevanz und entsprechendem Gefährdungspotential für Wasser, Luft und Boden.

Es wird zunehmend erkannt, daß bedingt durch die komplexen Verfahrensabläufe und komplizierten Genehmigungsverfahren, das fundierteste, aufgabenspezifische Wissen jeweils bei dem Team bzw. dem Spezialisten im Team vorhanden ist, welches mit der spezifischen Aufgabe, z.B. Wärmefracht-Genehmigung und Überwachung, betraut ist. Hierarchische Informationswege sind zu langsam, um den Bedarf nach schneller Reaktion am Ort des Geschehens¹⁵ zu genügen. Verteilung und Dokumentation im Sinne der Sicherung und Bereitstellung von Erfahrungswissen benötigen organisatorische wie technische Unterstützung. Die Dokumentation der Ergebnisse laufend stattfindender Verbesserungs- und Änderungsprozesse ist unerlässlich. Mit einer solchen Dokumentation wird einerseits die Abhängigkeit von spezifischem Fachwissen vermindert, andererseits die Verteilung neuer Informationen, Informationen mit geänderten Inhalten und Wissensbestände, gefördert.

¹⁵ Beispielsweise werden im Falle der Leckage einer Stoffpumpe neben den technischen Informationen über die Pumpe, weitere Informationen über den geförderten Stoff wie z.B. Gefahrstoff ja – nein, Wassergefährdungsklasse, Rohrleitungspläne oder Notfallmaßnahmen benötigt.

11

Tabelle 1: Einordnung der papiererzeugenden Industrie in das Ordnungsschema „Produktionstypen“.

Merkmal	Merkmalsausprägung			
inputbezogene				
Anzahl der Vorprodukte	eines	mehrere	viele	sehr viele
Grundstoffeinsatz	linear		nicht linear	
prozeßbezogene				
Produktionsprozesse	Herstellung	Montage	Veredelung	Verpackung
Fertigungstyp	Einzelfertigung	Serienfertigung	Sortenfertigung	Massenfertigung
Fertigungsorganisation	Werkstattfertigung	Gruppenfertigung	Linienfertigung	Fließfertigung
Produktionsstufen	eine	mehrere	viele	sehr viele
Technologie	mechanisch/physikalisch		biologisch/chemisch	geistig
Kontinuität	kontinuierlich		diskontinuierlich	
Anlagen und Verfahren	einfach	vernetzt	komplex	komplex-vernetzt
Umweltrelevanz	keine	geringe	große	genehmigungs-pflichtig
Automatisierung	manuell	mechanisch	teilautomatisiert	automatisiert
Prozeßbeherrschung	einfach	deterministisch	schwierig	kompliziert
Kuppelproduktion	keine	geringe	mittlere	starke
Materialfluß und Stoff-verwertung	ungruppiert	analytisch	durchlaufend	synthetisch
produktbezogene				
Erzeugnisspektrum	kundenspezifische Erzeugnisse	typisierte mit Kundenvarianten	Standard mit Vari-anten	Standard ohne Varianten
Erzeugnisstruktur	einteilig	mehrteilig, einfach	mehrteilig	komplex
Fertigungsstruktur	linear	konvergierend	gemischt	divergierend
Güterart	materiell		immateriell	
Güterform	Fließgüter		Chargen	Stückgüter
Auslösung der Produktion	Einzelauftrag	Rahmenauftrag	Lager	Prognose
Anzahl der Endprodukte	eines	mehrere	viele	sehr viele
			zutreffend	teilweise zutreffend

Die Nutzung des vorhandenen, oftmals aber brachliegenden Wissens im Unternehmen, muß durch Beseitigen von Kommunikationsbarrieren, Empowerment¹⁶ und technischer Unterstützung verbessert werden. Eine notwendige Bedingung von Empowerment ist der Zugriff auf Informationen und Wissen. Werden Entscheidungskompetenzen an den Ort des Geschehens verlagert, muß damit zwangsläufig eine dezentrale Wissensnutzung verbunden werden. Dies bedeutet, daß neben optimierten Navigationsmechanismen zum gezielten und schnellen Finden von Informationen, insbesondere die Prozeßintegration der vorhandenen Werkzeuge und Systeme¹⁷ in einer Benutzerumgebung erreicht werden sollte.

Umsatz und Gewinn machen die Unternehmen mit den von ihnen hergestellten Produkten, die damit zwangsläufig im Zentrum der Informationsbereitstellung stehen. Informationssysteme führen und verwenden Produktinformationen; die Produktidentifikationsnummer ist Schlüsselattribut nahezu aller betrieblichen Informationssysteme geworden. Die Bedürfnisse der prozeßorientierten Industrie werden mit solchen Informationssystemen jedoch nur unzureichend befriedigt /28,29,30/.

Bei der prozeßorientierten Betrachtung wird das Produkt als das Ergebnis von Prozessen angesehen und der technologische Prozeß steht im Zentrum der Informationen. Dies trifft prinzipiell für alle Serienfertiger zu, die in allen oder einzelnen Fertigungsabschnitten Aufträge in kundenanonymer Form bearbeiten können. Die Austauschbarkeit der Produkte läßt sich in der Papierindustrie am Beispiel der eigentlichen Papiererzeugung gut verdeutlichen. Die verfahrenstechnische Prozeßfolge ist prinzipiell unabhängig davon, ob Papiere für den Zeitungsdruck, thermosensitive Papiere, Karton, Spielkartenpapiere oder Verpackungsmaterialien erzeugt werden. Rezepturen oder einzelne Abfolgen werden sich ändern; bei Beherrschung der Prozesse ist es jedoch von sekundärer Bedeutung, welche Produkte hergestellt werden. Prozeßbeherrschung bedeutet, daß verschiedenartige Informationen über den Prozeß in Form von Restriktionen, Laufzeit- und Prozeßparameter oder die Einflüsse von Ressourcen verfügbar sind. Derzeit sind diese Informationen in den „Köpfen der Mitarbeiter“, in Rezepten, in diversen Planungs- und Steuerungssystemen oder in Prozeßleitsystemen in nur schwer integrierbarer Form vorhanden und mehr oder weniger gut

¹⁶ Hier als Sammelbegriff für alle Konzepte gemeint, welche zentrale Entscheidungen und generelle Regelungen zugunsten dezentraler Entscheidungen von Mitarbeitern zurücknehmen.

¹⁷ Beispielsweise sollte der Zugriff auf Business-Systeme wie z.B. SAP-R3 bzgl. Lager- oder Lieferanteninformationen ohne spezifische SAP-Kenntnisse oder der Zugriff auf Prozeßvariable über Prozeßvisualisierungssysteme wie z.B. WinCC von Siemens ohne SPS-Kenntnisse ermöglicht werden.

abrufbar. Prozeßleitsysteme enthalten Daten über die Laufzeitparameter von Anlagen, Materialbewirtschaftungssysteme führen die Grundstoffe oder Lagerinformationssysteme informieren über die Zwischen- und Endprodukte. In Genehmigungen und Auflagen genehmigungspflichtiger Anlagen sind spezifizierte Prozeßabläufe und Emissionswerte ausgewiesen, deren Einhaltung in der Regel nur über den Erfahrungsschatz der Mitarbeiter gewährleistet werden kann. Auch hier ist es sinnvoll, bis zu einem möglichst hohen Grad die Prozeß-Produkt-Relation austauschbar zu halten. Es wird versucht, mit dem vorhandenen Prozeßwissen und genehmigten Prozessen und Anlagen, möglichst viele verschiedenartige Produkte herstellen zu können.

Auf der Ebene der Produktdaten wird eine Vielzahl von Informationssystemen auf dem Markt angeboten. Die „Informationen“ sind als Daten in Datenbanksystemen vorhanden; erst durch eine Interpretation dieser Daten durch den Anwender werden daraus subjektive Informationen. Die Existenz der verschiedenen Daten in heterogenen und verteilten Systemen erschwert einen effizienten und direkten Zugriff auf benötigte Informationen. Verschiedene Systeme zur integrierten Datenhaltung wurden erarbeitet. Eines dieser Systemkonzepte ist das „Product Data Management System“ (PDMS), das eine rechnerintegrierte Produktdatenverarbeitung auf einem Unternehmensmodell mit Hilfe genormter Schnittstellen ermöglichen soll /31,32,33,34/. Weitere Systeme sind Arbeitsplan-, Experten-, Umweltinformations-, Qualitäts- und Kostenrechnungssysteme /35,36,37,38,39,40/. Neuere Forschungsansätze des SFB 346 streben eine informationstechnisch übergreifende Integration auf der Basis eines integrierten Produkt-/Produktionsmodells für partiell eigenständige Einheiten der produzierenden Bereiche an /194/.

Alle Konzepte streben eine Integration der verteilten Daten an, wobei sich die Integration meist auf die Produktdaten beschränkt. Prozeßinformationen werden bestenfalls über die Verwaltung von Arbeitsplänen oder als Prozeßkosten berücksichtigt. Die derzeit existierenden Informationssysteme können keine umfassenden Informationen über technologische oder logistische Prozesse und Verfahrensabläufe bereitstellen. Ebenso mangelhaft oder isoliert behandelt werden Informationen über umweltrelevante Zusammenhänge, Auflagen und Vorschriften genehmigungspflichtiger Anlagen oder Fragen der Arbeits- und Anlagensicherheit.

3 Anforderungen

In der Betriebswirtschaftslehre werden Organisationen als sozio-technische Systeme bezeichnet, die Informationen gewinnen, verarbeiten und produzieren /138/.

PULIC formulierte:

„[...] Demnach besteht die wesentliche Frage in bezug auf die Arbeit eines Menschen in einem Unternehmen heute darin, wie hoch das Niveau der Informationsverarbeitung an seinem Arbeitsplatz ist. [...] Gerade deshalb erfordert eine erfolgreiche Geschäftstätigkeit heute eine erfolgreiche Verarbeitung und Verwaltung des Wissens.“¹⁸

Informationen, nach DIN 44300 sind Informationen Kenntnisse in Sachverhalten und Vorgehensweisen, sind nicht wie Daten abstrakt existent und sollen das Wissen der handelnden Menschen verbessern. KÜHNLE fordert in diesem Zusammenhang:

„[...] leistungsfähige Informations- und Kommunikationsmechanismen die eine Informationsversorgung nach dem „Holprinzip“ ermöglichen.“¹⁹

Entscheidungen sind folglich Ergebnisse und auch Bestandteile von Informationsprozessen. WEIZENBAUM formulierte in diesem Zusammenhang:

„Wir suchen Entscheidungen und ertrinken in Informationen“²⁰.

Informationsverarbeitung wird zum Schlüsselfaktor, wobei gleichzeitig eine zunehmende Datenüberflutung beklagt wird, die zum unproduktiven Umgang mit Informationen führen kann /103,105/.

Nach GUTENBERG können Informationen in zwei Gruppen eingeteilt werden, einerseits in Informationen die Entscheidungen auslösen und andererseits in Informationen bei denen dies nicht der Fall ist /139/. Dies bedeutet letztendlich, daß mit Hilfe von Informationen, neben der Qualität von Entscheidungen, vor allem der Zeitpunkt der Entscheidungsfindung determiniert wird.

KEENE /172/ definierte eine Informationspufferzeit als jenen zeitlichen Abstand, der zwischen dem Eintritt eines Ereignisses und dem Zeitpunkt besteht, an welchem die Information über dieses Ereignis zur Verfügung steht. Diese Informationspufferzeit stellt

¹⁸ Vgl. Pulic /147, S. 174/

¹⁹ Vgl. Kühnle /54, S. 31/

²⁰ Vortrag von Prof. Dr. Joseph Weizenbaum anlässlich der Learntec 98, Karlsruhe 5.Feb. 1998

eine Zeitverschwendung dar, da alle „geschäftlichen Aktivitäten“, die auf dem „Just-in-time Prinzip“ des richtigen Zeitpunktes beruhen, Informationen benötigen, die genau zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung stehen.

Lösungen versprechen sog. Groupware Systeme und Data Warehouses. Sie besitzen jedoch wenig Flexibilität, sind im wesentlichen passiv und daran ausgerichtet, eine möglichst hohe Effizienz zu gewährleisten /77,91/. Der Aspekt der zeitlichen Abhängigkeit der Informationsbereitstellung in operativen Bereichen der prozeßorientierten Industrie wird durch diese Systeme nicht unterstützt.

Spezifische Anforderungen an die Informationsversorgung der operativen Mitarbeiter ergeben sich durch den Betrieb genehmigungspflichtiger Anlagen mit hoher Umweltrelevanz und entsprechendem Gefährdungspotential für Wasser, Luft und Boden. Das bedeutet, daß Merkmale wie Kontinuität, Grundstoffeinsatz, Prozeßbeherrschung und Kuppelproduktion direkt auf die Art der Informationsdarstellung und -bereitstellung wirken. Es ergeben sich zwangsläufig Verlagerungen von Entscheidungskompetenzen an den Ort des Geschehens und damit die Notwendigkeit einer dezentralen Wissensnutzung kollektiver Informationsbestände.

Die zunehmende Informationsintensität erfordert die strukturierte Vorhaltung erheblicher Mengen relevanter Unternehmensdaten. Ein und derselbe Datenbedarf kann an mehreren Orten auftreten und muß unterstützt werden.

KÜHNLE²¹ schreibt:

„[...] zielgerichtetes Arbeiten mit Informationen ist ohne deren Übermittlung, also Kommunikation, nicht möglich. Information und Kommunikation bedingen einander.“

Konventionelle Trägermedien wie Formulare, Arbeitsanweisungen oder sonstige Papiere erweisen sich zunehmend als ungeeignet, da die Bereitstellung relevanter Daten oft mit langwierigen Suchen verbunden ist. Ein selektiver und unmittelbarer Zugriff ist nicht möglich. Ebenso scheidet eine gleichzeitige Nutzung an mehreren Orten aus.

Die Integration verschiedener Wissensbereiche in eine gemeinsame Wissensbasis und deren dynamische Bereitstellung ist folglich eine primäre Anforderung an

²¹ Vgl. KÜHNLE /54, S. 29/

entscheidungsunterstützende Informationssysteme²². Das Wissen über Handlungsalternativen, die Fähigkeit, die jeweils beste Handlungsalternative auszuwählen und zu verfolgen, die Lernfähigkeit und das organisatorische Gedächtnis müssen zukünftig durch Informationssysteme unterstützt werden. Zu unterscheiden sind dabei Zielsetzungen von Informationen, d.h. es ist zu unterscheiden für welche Tätigkeiten man sich bestimmter Informationen bedient. Damit kann eine Unterscheidung von Informationen in Ziel-, Planungs-, Vorgabe- und Kontrollinformationen vorgenommen werden, wobei diese Klassifizierung keine Hierarchie der Information widerspiegelt.

Die Beziehungen, die sich zwischen den verschiedenen Informationstypen ergeben, werden in Anlehnung an KOEHLER in der Abbildung 1 verdeutlicht /140/. Die Informationen über erarbeiteten Zielvorstellungen müssen ebenso kommuniziert werden, wie die Informationen für die Aktivitätenplanung, des Handlungsvollzugs oder Informationen für die Ergebnisbeurteilung. In der ausführenden Phase sind die Informationen für den Handlungsvollzug und die Informationen für die Ergebnisbeurteilung entscheidend, wobei die gewonnenen Erkenntnisse zu den jeweiligen vorgelagerten Informationsverarbeitungsphasen rückgekoppelt werden müssen.

Die informationstechnische Unterstützung von Geschäftsvorgängen muß deshalb in dezentralen Strukturen vier wichtigen Aspekten Rechnung tragen:

- kooperative, durch anwendungsspezifische geprägte Wissensverarbeitung,
- physische und logische Verteilung von Daten und Anwendungen,
- alle Arten hardwarebezogener sowie syntaktischer und semantischer Heterogenität, zumindest partielle Autonomie einzubeziehender Systeme.

²² Informationssysteme sind ein zentrales Thema der Wirtschaftsinformatik /141,143,145,142,144/. Planungs-, Durchführungs-, Steuerungs- und Kontrollaufgaben sind Teilaufgaben, die in der Aufgabenebene eines Informationssystems anzusiedeln sind. Menschen als auch Maschinen bilden die Aufgabenträgerebene eines Informationssystems /141/.

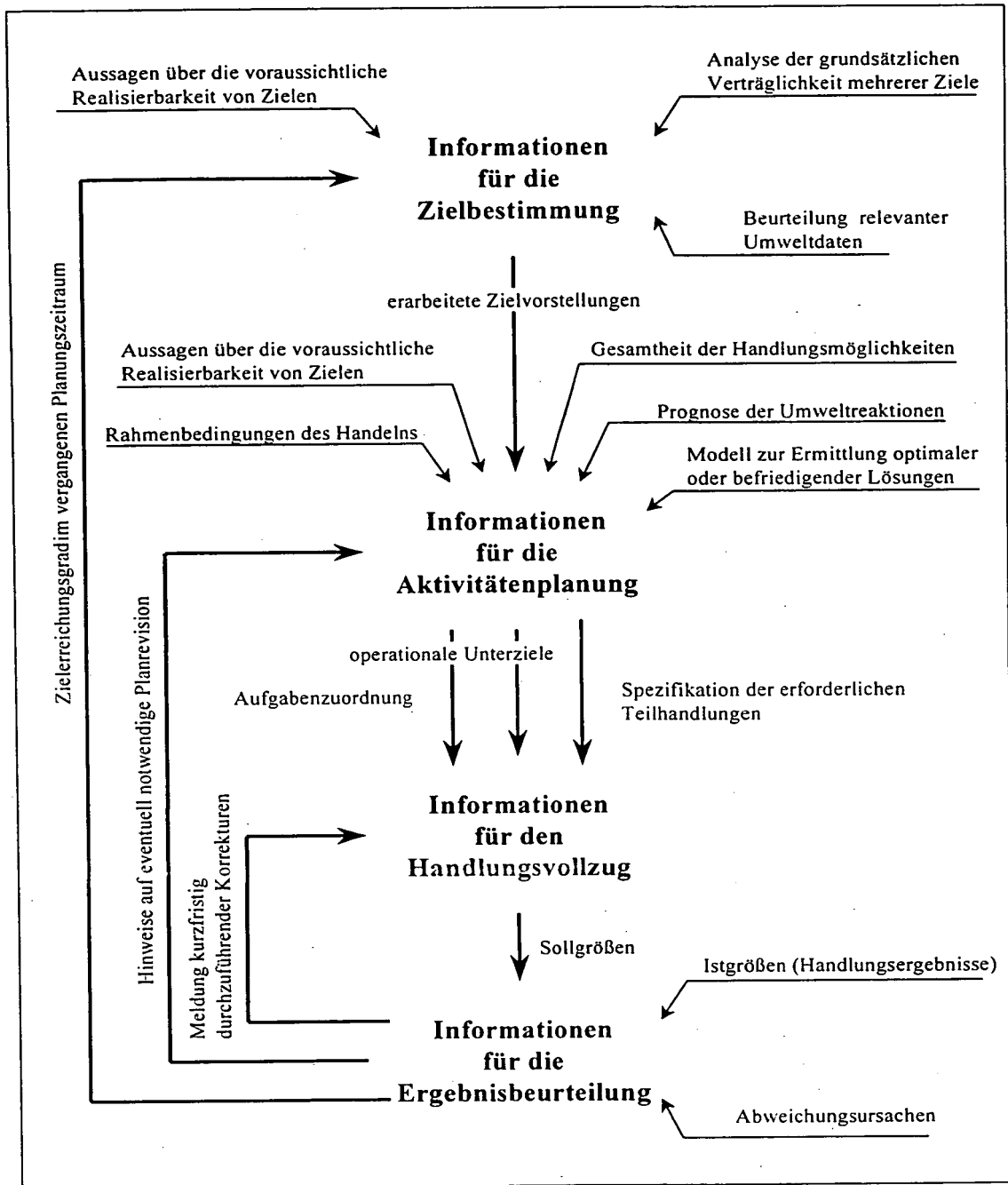


Abbildung 1: Darstellung der Zielsetzungen und Beziehungen von Informationen unterschiedlicher Informationstypen.

Im Forschungsprojekt DYNAPRO²³ - Dynamische Produktions- und Organisationsstrukturen in einem turbulenten Markt - wurde unter anderem erarbeitet, daß der Mensch in den

²³ BMBF Leitprojekt innerhalb des Rahmenkonzeptes Produktion 2000

Mittelpunkt neuer Informationssysteme gestellt werden muß. GEIKE und NEEF fordern dort:

„[...] Die Dezentralisierung der Organisation macht auch eine Dezentralisierung der Information notwendig.“

Damit Informationssysteme die vorhandene Organisationskomplexität nicht behindern, wurden die in Tabelle 2 dargestellten Kriterien definiert.

Medialität	Informationssysteme müssen „lebende“ Medien sein. Sie müssen verbindendes Element, nicht Isolationsschicht sein, zwischen den Problemen im Prozeßablauf und den Geistesblitzen des Bedieners.
Werkzeugähnlich	Wir benutzen Werkzeuge um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Stellen wir auf dem Weg zum Ziel fest, daß es bessere Werkzeuge oder Lösungen gibt, wechseln wir das Werkzeug ohne besonders darüber nachzudenken.
Flexibilität	Informationssysteme müssen flexibel auf strukturelle Veränderungen reagieren können, ohne daß aufwendige Anpassungen notwendig werden.
Situationsgerecht und spontan	Direkte prozeß-, aufgaben- und situationsgerechte Abfragemöglichkeiten, die sich nicht an den Produkten, sondern an den Prozessen orientieren, müssen unterstützt werden.
Trennung von Funktion und Ablaufsteuerung	Eine funktionale Aufteilung in Methoden, Nutzung von Standardsoftware und deren flexible Kopplung ermöglicht schnelle Informationsbeschaffung und -verarbeitung.
Objektorientiert	Objektorientiert in dem Sinne, daß nicht gerade die aktuelle Realität abgebildet wird, sondern Objekte entstehen, die mit einer Ähnlichkeit der Problemstruktur zurecht kommen.
Integration und Nutzung Fremdsystemen	Die Zugriffs- und Abbildungsmöglichkeiten von in Fremdsystemen enthaltenen Prozeßinformationen (z.B. Prozeßparameter, Auflagen, Gefahrstoffhinweise,...) muß ermöglicht werden.
Prozeßmodell	Ein unternehmensspezifisches Prozeßmodell für technologische, logistische und organisatorische Prozesse mit dynamischer Anpassungsfähigkeit ist Basis des Methodenpools.
Aktivitäten und Hierarchien	Die Aggregation und Dekomposition von Prozeßketten in ihre Aktivitäten und die Bildung von Prozeßhierarchien verbessert die Transparenz der Abläufe.

Tabelle 2: Eine Zusammenfassung von Kriterien die Informationssysteme erfüllen sollten.

Aufgrund der schnellen Verbreitung von Rechnern aller Art und deren Verbund, sind für die Gestaltung von Informationssystemen zwei weitere wesentliche Forderungen²⁴ zu erfüllen:

- In verteilten Informationssystemen sollte auf der konzeptionellen Schicht die Einheit gewahrt sein. Die darunterliegenden Schichten werden jedoch verteilt verwirklicht.
- In heterogenen und interoperablen Informationssystemen werden mehrere selbständige Informationssysteme, die auch gemäß unterschiedlicher Datenmodelle gestaltet sein können, gekoppelt. Für den einzelnen Benutzer sollte eine einheitliche Sicht auf das Gesamtsystem angeboten werden.

Gerade im prozeßorientierten Umfeld entstehen Informationen und Wissen aus einer bestimmten Situation heraus. Es entsteht in einem bestimmten Umfeld²⁵, zunächst möglicherweise ohne Bezug zu anderen Fachabteilungen, die jedoch durchaus auf diesem Wissen aufbauen müssen. Für die Spezialisten bzw. den jeweiligen Wissensträger ist es leicht möglich, innerhalb ihres eigenen Arbeitsbereiches Informationen richtig einzuordnen und zu strukturieren. Dies jedoch für das Gesamtunternehmen zu gewährleisten, bedarf einer kollektiven Wissensbasis, die neben optimierten Navigationsmechanismen zum gezielten und schnellen Finden von Informationen, insbesondere die Prozeßintegration der vorhandenen Werkzeuge und Systeme in einer Benutzerumgebung ermöglicht.

Daraus lassen sich folgende Anforderungen ableiten:

- Informationen müssen leicht auffindbar und das Auffinden der Information muß reproduzierbar sein,
- Das Navigieren muß einfach und eindeutig sein.
- Informationsobjekte müssen im Entstehungskontext repräsentiert werden,
- Bei Bedarf, müssen Informationen aus verschiedenen Einzelobjekten zusammengestellt werden können,
- Sowohl lineare als auch vernetzte Strukturen müssen unterstützt werden,
- Um Alternativen zu erkennen und weitergehende Betrachtungen zu einem Thema vorzustellen, sollten relevante Beziehungen zum aktuellen Informationsobjekt visualisierbar sein, und
- Inhalte müssen aktuell sein.

²⁴ Vgl. Biskup /128, S. 15/

²⁵ Beispielsweise werden bereits in einem Genehmigungsverfahren Informationen und Wissensbestände erarbeitet, die für den späteren Anlagenbetreiber entscheidende Restriktionen bedeuten können.

4 Information, Kommunikation und Wissen in Unternehmen

4.1 Repräsentation nutzbarer Informationen

„Gebildet ist, wer weiß, wo er findet, was er nicht weiß!“ Diese Weisheit wurde bereits im letzten Jahrhundert vom deutschen Soziologen und Philosophen Georg Simmel geäußert. Was damals erkannt wurde, ist heute treffender denn je. Wir werden heute, verglichen mit dem Informationsaufkommen von damals, von einer wahren Informationsflut überschwemmt. Um nicht hilflos in dieser Informationsflut unterzugehen, benötigen wir Werkzeuge, die nicht nur eine Vielzahl von Informationen zu ordnen vermögen, sondern darüber hinaus ein effektives Wissensmanagement unterstützen können.

In unserem sogenannten „Informationszeitalter“ werden Informationen weiterhin mehr intuitiv und unbewußt genutzt. Informationen, als zweckorientiertes Wissen verstanden, müssen aus Daten generiert, bedarfs- und zeitgerecht bereitgestellt und verarbeitet werden. Die Kompliziertheit und Vielfalt von Informationen in einem Unternehmen machen Informationsmanagement zu einer interdisziplinären Aufgabe.

Den Nutzen²⁶, den ein Akteur aus einem Informationsnetzwerk ziehen kann, hängt von der Zahl der Beteiligten an demselben Netzwerk und dem Grad der Nutzung dieses Informationssystems ab. Mit der Entwicklung moderner Computersysteme und Netzwerktechnologien können Informationen einer großen Zahl von Mitarbeitern am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt werden.

Dies ist deshalb bedeutend, da immer mehr Unternehmen zu einer teamorientierten Arbeitsweise übergehen und im Zuge von Lean Production und Outsourcing die Anzahl der Mitarbeiter in den Fachdisziplinen deutlich reduziert wurde. Dadurch steigt der Bedarf an informationstechnischer Unterstützung der Kommunikation, der Kooperation und der effizienteren Nutzung der vorhandenen Informationen und Wissensbestände.

Prozeßorientierte Unternehmen arbeiten in der Regel mit einer Wochenarbeitszeit von 168 Stunden mit unterschiedlichen Schichtmodellen. Über zeitliche Grenzen hinweg ist es notwendig, fachspezifische Informationen von Schicht zu Schicht auszutauschen. Dieser Informationsaustausch muß in mehreren Wirkungsebenen erfolgen. Er betrifft ebenso an-

²⁶ Vgl. hierzu WZB Discussion Paper FSN95-15 /148/

dere Fachabteilungen sowie vor- und nachgelagerte Bereiche, die eine zeitliche Abstimmung und Koordination benötigen. Zwischen verschiedenen Abteilungen eines Unternehmens existieren vielfach Informationsbarrieren und Unverständnis über deren spezifische Tätigkeiten.

Eine weitere Dimension des Informationsaustausches ergibt sich mit den Service- und Dienstleistungseinheiten. Auch hier kommt zu der zeitlichen Abfolge die Überwindung der räumlichen Grenzen und die notwendige Kommunikation und Koordination unterschiedlicher Fachkräfte, die aufgrund unterschiedlicher Schichtmodelle nicht in einen persönlichen Informationsaustausch treten können. Die Notwendigkeiten der räumlichen und zeitlichen Kommunikationsunterstützung in der prozeßorientierten Serienfertigung verdeutlicht Abbildung 2.

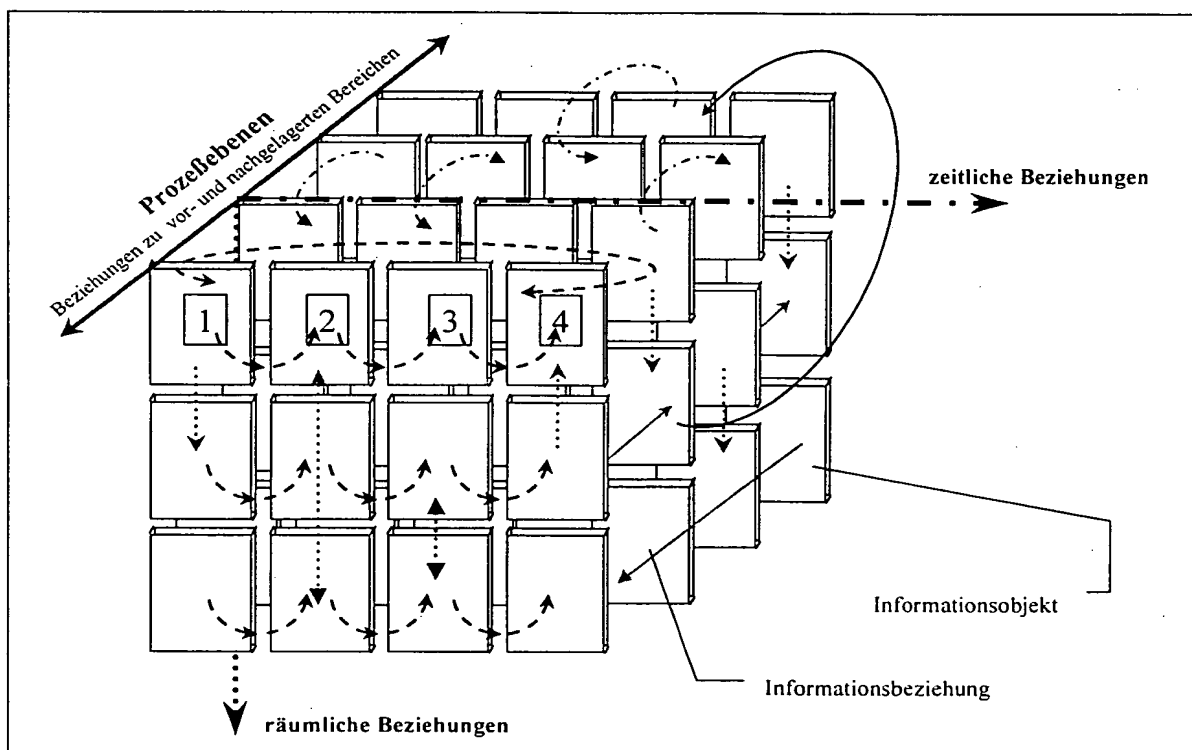


Abbildung 2: Mehrdimensionale Kommunikationsbeziehungen aufgrund räumlicher, zeitlicher und prozeßbedingter Interdependenzen.

Dabei ist die pragmatische Dimension der Kommunikation besonders zu beachten. Die „Technische Kommunikation“ beschrieb SHANNON in einem statischen Modell /174/. Voraussetzung der Nachrichtenübertragung ist nach Shannon die Existenz eines Kommunikationssystems. Ein solches System beschreibt er mit folgenden Komponenten:

- Die Informationsquelle erzeugt Nachrichten oder Teile von Nachrichten als Mitteilung für ein Zielobjekt.
- Der Sender produziert basierend auf den o.g. Nachrichten, eine Sequenz von Signalen, die sich über einen Kanal übermitteln lassen.
- Dieser Kanal stellt lediglich ein Übertragungsmedium dar, durch welches die Signale vom Sender zum Empfänger übermittelt werden.
- Während des Übermittlungsvorganges können die Signale im Kanal durch eine Geräuschquelle gestört und verfälscht werden.
- Der Empfänger macht prinzipiell die gleichen Operationen in umgekehrter Reihenfolge, indem er aus den Signalen möglichst genau die ursprüngliche Nachricht wieder herstellt.
- Die Nachrichtensenke (Destination) ist der Adressat der Nachricht und kann gleichermaßen für eine Person oder für eine Sache stehen.

Die Nachrichtensenke benötigt ein apriorisches Wissen mit Bezug auf die Informationsquelle, welche ihr das Verstehen der übermittelten Nachricht ermöglicht.

- Die Mindestvoraussetzung einer erfolgreichen Nachrichtenübermittlung ist, daß die Informationssinke den Zeichenvorrat der Informationsquelle kennt.

Shannon setzt voraus, daß eine diskrete Informationsquelle eine Menge von Nachrichten erzeugen kann. Diese Nachrichten enthalten eine endliche Anzahl von Elementen mit je einer Auftretenswahrscheinlichkeit. Er setzt weiter voraus, daß eine Informationsquelle eine nichtdeterministische Zeichenfolge erzeugt. Damit sei eine solche Informationsübertragung als stochastischer Prozeß, genauer als diskreter Markoffscher Prozeß (Markoffkette²⁷) anzusehen. Als Maß für den Informationsgehalt postulierte Shannon eine direkte Äquivalenz zur Entropie der Thermodynamik.

Die Informationstheorie von Shannon wurde durch WEAVER in einen breiteren wissenschaftlichen Kontext eingebettet /177/. Er verwendet Kommunikation in einem erweiterten Sinn mit den drei Teilproblemen:

- Technik: Wie genau können Kommunikationssymbole übermittelt werden?
- Semantik: Wie präzise behalten die Symbole bei der Übertragung die vom Sender intendierte Bedeutung?
- Wirkung: Wie genau stimmen die erwarteten Wirkungen mit den durch die empfangenen Signale eingetretenen Wirkungen überein?

²⁷ In vielen Fällen der Informationsübertragung sind die Wahrscheinlichkeiten von den vorausgehenden Ereignissen abhängig. Beim Übertragen eines Textes ist der Buchstabe a als Nachfolger von m wahrscheinlicher als der Buchstabe z . In einem solchen Fall wirkt eine Informationsquelle als diskreter Markoffscher Prozeß.

Weaver ist überzeugt, daß die Shannonsche Theorie zunächst nur eine Lösung für das technische Problem darstellt, die jedoch auf die anderen Probleme übertragbar ist.

Im Gegensatz zu SHANNON betrachtet NAUTA das informationsempfangende, -verarbeitende und -aussendende System als ganzes. Er bezeichnet ein solches System als I-System, entsprechend Abbildung 3 als System eines Individuums /178/.

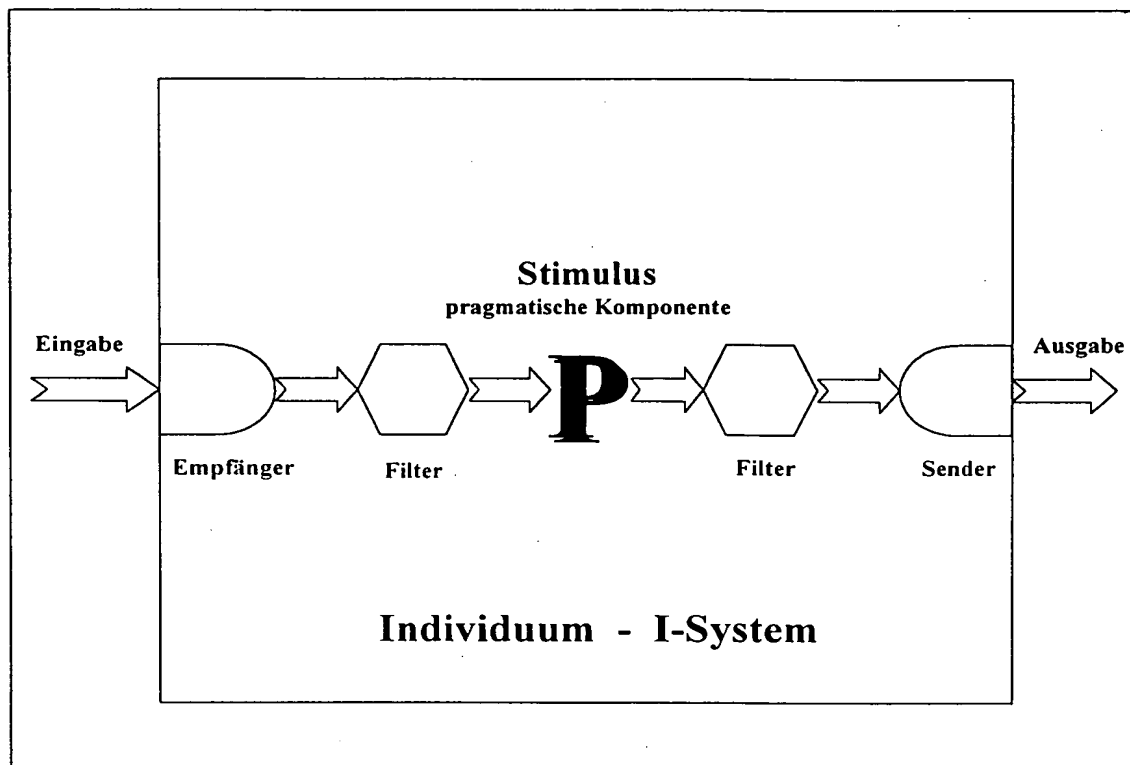


Abbildung 3: Visualisierung des „Kybernetisches Modell der Semiose“ nach Nauta.

Im I-System nach Nauta vollzieht sich die Semiose²⁸ folgendermaßen:

- Der Empfänger fängt einen Informationsträger ein.
- Der nachfolgende Filter erkennt den Informationsträger als Zeichen.
- Dadurch wird der innere Zustand (Stimulus) des I-Systems verändert.
- Die pragmatische Komponente regt den nachfolgenden Filter zur Vorbereitung eines zielgerichteten Verhaltensmusters an.
- Der Sender gibt dieses Verhaltensmuster an die Außenwelt ab.

²⁸ hier: das „sprachliche“ Zeichen betreffend

Das Zeichen des Informationsträgers muß, damit es als Zeichen erkannt werden kann, eine syntaktische Komponente (einen geordneten inneren Aufbau) besitzen. Damit sich der innere Zustand P ändert, benötigt es eine semantische Komponente, d.h. eine Bedeutung für das I-System. Daraus ist zu folgern, daß die Menschen die Bedingungen für ihre Verständigung aus sich selbst heraus entwickeln müssen. Voraussetzung für ein teamorientiertes und unternehmensweites Informationssystem sind folglich einheitliche Begriffe, die unternehmensweit einheitlich beschrieben und modelliert werden. Danach können auf dieser Basis Informationen zwischen verschiedenen Mitarbeitern oder Abteilungen ausgetauscht werden. Diese Definitionen stellen gleichzeitig die Grundlage für die Wiederverwendbarkeit von Informationen dar.

Die pragmatische Komponente benötigt nach NAUTA einen Stimulus, damit ein Verhaltensmuster erzeugt und weitervermittelt wird. Die Umschreibung der pragmatischen Komponente bereitet die meisten Schwierigkeiten, da kein wissenschaftliches Konzept zu ihrer Messung existiert. Individuelle Informationsbedürfnisse, der situative Kontext und die Motivation spielen eine wichtige Rolle. NAUTA leitet daraus ab, daß ein Maß für die pragmatische Komponente, der Geldwert sein könnte, den ein Individuum zu zahlen bereit sei, um an eine Information zu gelangen.

Modelle zur ganzheitlichen Unterstützung von Teamarbeit im operativen Umfeld, müssen alle Wissensbereiche umfassen, die im Laufe der unterschiedlichen Prozeßschritte verwendet werden. Da die Möglichkeiten gewöhnlicher Datenbanksysteme normalerweise nicht ausreichen, versucht man die Vorteile von Datenbanksystemen und Wissenspräsentations-Systemen²⁹ zu verbinden. Informationssysteme basieren in den meisten Fällen auf einem Schnittstellenansatz. Daten werden über meist proprietäre Schnittstellen ausgetauscht, wobei die strukturellen und technischen Details aller beteiligter Objekte und ihrer Umgebung bekannt sein müssen. Diese Systeme entsprechen nicht mehr den heutigen Flexibilitätsanforderungen. Gefordert sind Modularität, flexible Kopplung und Modellierung; das „Programm“ tritt in den Hintergrund, statt dessen steht die eigentliche Anwendung im Vordergrund. Anwender eines Informationssystems wollen ein Email lesen, eine Grafik betrachten oder z.b. Informationen über Einsatzstoffe in einer Gefahrstoffdatenbank abfragen.

²⁹ Forschungsbestrebungen versuchen Datenbanksysteme mit den Möglichkeiten der regelbasierten Verarbeitung zu kombinieren, bzw. Expertensysteme durch Datenverwaltungsfähigkeiten zu erweitern.

Alles fließt! Ein von HERAKLIT formulierter Gedanke vom Fluß aller Dinge scheint auch in der heutigen Zeit aktueller denn je zu sein. Komplizierte Zusammenhänge, unüberschaubare Strukturen, Abhängigkeiten und dynamische Prozesse entziehen sich der Nachvollziehbarkeit. Bei komplexen Systemen geht es nicht mehr darum, eine bestimmte Struktur am Leben zu erhalten, sondern die Dynamik des ständigen Wechsels des Systems in den Griff zu bekommen. Das vormals vorherrschende Organisationsprinzip der hierarchischen Trennung geistiger und planender Aufgaben von den durchführenden Aufgaben der Arbeiter wird durch neue Konzepte abgelöst. Diese Konzepte benötigen die Unterstützung durch neuartige Informations- und Kommunikationstechnologien /44,45,46,47/.

4.2 Systemtheoretische Ansätze

Dem Stand der Forschung entsprechen systemtheoretische Ansätze, Ausrichtungen nach den Prinzipien der Fraktalen Fabrik und prozeßorientiertes Denken. Die Entscheidungs- und Informationskompetenz an der Spitze der Unternehmen machte in der Vergangenheit nur wenig direkten Gebrauch von dem Erfahrungswissen das über die Unternehmen verteilt vorhanden ist. Die neuen Organisationsformen versuchen Synergieeffekte zwischen den einzelnen Mitarbeitern im Sinne eines „Organizational Learning“ zu ermöglichen /54,48,49,50,51/.

Die Systemtheorie ermöglicht ganz allgemein eine abstrahierende Sichtweise auf beliebige Sachverhalte. Ein System ist nach PATZAK /55/ eine Anordnung von Gebilden, die aufeinander durch Relationen einwirken und die durch die Systemgrenze von ihrer Umgebung abgegrenzt sind. Nach GOMEZ ist ein System /56/ eine Menge von Elementen oder Variablen, die aus einer Gesamtheit möglicher Elemente unter spezifischen Gesichtspunkten ausgewählt werden. Kriterien für die spezifische Wahl sind der durch die Systembildung angestrebte Zweck und der Grad der Vernetzung.

Ein System ist folglich nicht eine bloße Einheit aus Elementen und Beziehungen. Ein System besitzt klare Systemgrenzen und hält permanent ein selbsterzeugtes Gefälle zwischen dem Systeminneren und der Umgebung aufrecht. Dieses Gefälle zwischen System und Umgebung wird durch Prozesse oder Aktivitäten, die auf bestimmte Weise Prozeßketten bilden, aufgebaut und temporär stabilisiert. Die Art und Weise wie diese Prozeßketten gebildet und verändert werden, bestimmt die dynamischen Fähigkeiten eines Systems.

Eine Eigenheit dynamischer Systeme ist ihre Komplexität. Sie ist das Maß für die Überraschungsfähigkeit, die jede Systemaktivität für die nachfolgenden Aktivitäten erzeugt.

Dynamische Systeme und lebende Organisationen benötigen folglich Menschen, die durch geeignete Instrumente unterstützt, sinnhafte Entscheidungen treffen können. In dynamischen, lebenden Systemen wird durch eine Aktivität in einer Prozeßkette eine Vielzahl möglicher weiterer Aktivitäten erzeugt. Das System Mensch benutzt für die notwendige Auswahl der geeigneten Nachfolgeaktivität sein Medium Sinn. Maschinen oder auch Computer sind folglich keine dynamischen oder lebende Systeme. Es fehlt ihnen das Medium Sinn, das eine situationsgerechte Auswahl von Möglichkeiten erst erschließt.

Eine heute allgemein akzeptierte These ist, daß sich Unternehmen, im weiteren Sinne soziale Systeme, in einer sich verändernden Umwelt ständig an geänderte Märkte anpassen müssen. Dabei dürfen nicht nur Umweltveränderungen Ansatzpunkte für Anpassungen und organisationale Lernprozesse sein, sondern Systeme müssen sich immer wieder mit sich selbst auseinandersetzen. Nach ARGYRIS /49/ müssen sie wissen, wie sich ihre Handlungen auf die Umwelt auswirken und müssen daraus lernen. In diesem Zusammenhang werden auch die Forschungen und Erkenntnisse über „autopoietische Systeme“³⁰ von Bedeutung /57,68,67/.

WARNECKE, KÜHNLE et al. /58/ formulierten die Prinzipien der Fraktalen Fabrik. Die zentralen Instanzen werden auf das minimale Maß reduziert, den Fraktalen wird ein Maximum an Autonomie ermöglicht. Die Mitarbeiter organisieren ihre Arbeit auf der Basis von Zielvereinbarungen selbst. Die Reihenfolge in der die Aufträge abgearbeitet werden liegt in der Verantwortung des Teams. KÜHNLE /4/ definiert in seinem Denkmodell Unternehmen als dynamische Organisationsstrukturen, die einen vitalen Organismus bilden. Die Fabrik wird als ein offenes System mit selbständig handelnden und in ihrer Zielausrichtung selbstständigen Einheiten - den Fraktalen - verstanden. Die verschiedenen Unternehmensbereiche, mit jeweils charakteristischen Aufgaben, benötigen Informationen über Prozesse und Aktivitäten aus ihrer spezifischen Sicht. Zur Modellierung von Material- und Informationsflüssen gemäß der 6-Ebenen nach KÜHNLE, wurde die standardisierte Methode CIMOSA³¹ (Computer Integrated Manufacturing Open Systems Architecture) ausgewählt. Das offene Sichtenkonzept nach CIMOSA läßt sich gut mit den sechs Ebenen

³⁰ Autopoiesis bedeutet, ein selbständiges reproduzieren müssen (selbstreferentiell). Ein System kann nur dann überleben, wenn es sich immer wieder auf sich selbst bezieht und auf diesem Weg auch ständig reproduziert. Für ein Unternehmen bedeutet dies, daß Informationen wie z.B. Störungen erfaßt werden und zu lernendem Anpassen von Strukturen und Handlungen führen.

des Denkmodells in Einklang bringen. Gleichzeitig enthält CIMOSA ein durchgängiges Konzept von der Modellierung der Geschäftsprozesse über die Implementierung bis zum eigentlichen Betrieb der Prozesse /153,154/.

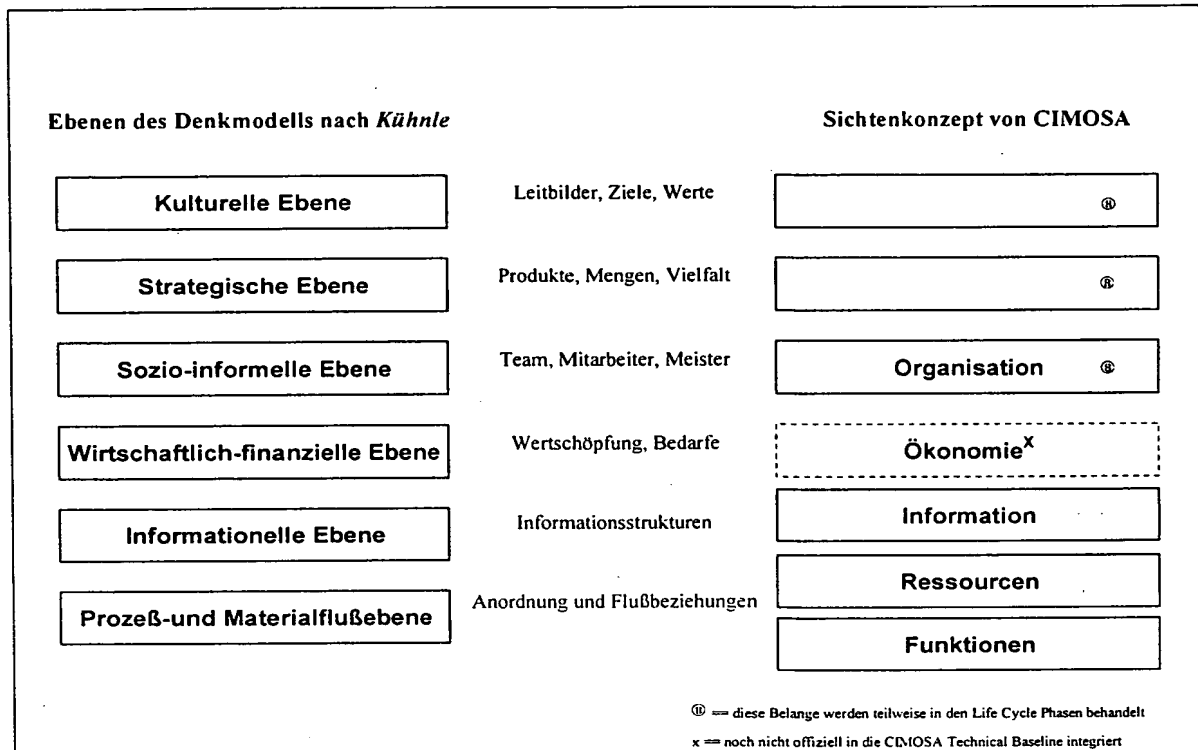


Abbildung 4: Zuordnung der 6-Ebenen des Denkmodells nach KÜHNLE zu den CIMOSA Sichten.

Abbildung 4 verdeutlicht die Zusammenhänge der Betrachtungsebenen des *Denkmodells* mit den Modellierungssichten nach CIMOSA. Die kulturelle und strategische Ebene des Denkmodells finden sich bei CIMOSA im Life Cycle Modell; es ist jedoch nicht die gleiche Übertragbarkeit wie in den anderen Fällen gegeben.

In den weiteren Ausführungen werden insbesondere die informationelle Ebene und die Prozeß- und Materialflußebene des 6-Ebenen-Denkmodells betrachtet. Für „lernende Unternehmen“ stellt die informationelle Ebene ein Kernelement dar. Informationsmonopole müssen aufgelöst und Informationen prinzipiell frei zugänglich werden. Das erfordert eine

³¹ Ausführliche Darstellungen finden sich bei Zelm et al. /149/, in CIMOSA Technical Baseline /150/ und bei AMICE /151,152/.

bedarfsgerechte Aufbereitung von Daten. Gleichzeitig sind die Mitarbeiter verpflichtet sich dem postulierten Holprinzip entsprechend zu informieren.

KÜHNLE formulierte treffend:

„Unternehmerisches Denken der Mitarbeiter heißt so unter anderem, bereichs- und unternehmensübergreifende Informationen zu sammeln und auszuwerten.“³²

Er stellt an gleicher Stelle, basierend auf dem 6-Ebenen-Modell und anhand weiterer Unterscheidungen, das lernende Unternehmen dem traditionellen Unternehmen gegenüber.

Tabelle 3 zeigt die Unterscheidungen auszugsweise für die informationelle Ebene.

Ebene	Traditionelle Unternehmen	Lernende Unternehmen
Informationelle Ebene	Informationen werden durch Hierarchie und momentane Notwendigkeit gezielt und arbeitsteilig aufbereitet (Bring-Prinzip)	Informationen gehen auch über das Notwendige hinaus und sind für alle zugänglich. Sie werden unter Gesichtspunkten des Nutzens eigenständig ausgewertet und aufbereitet (Holprinzip)

Tabelle 3: Auszugsweise Gegenüberstellung der Eigenschaften des „Lernendes Unternehmens“ und des „Traditionellen Unternehmens“ /167/ für die informationelle Ebene des Denkmodells.

Die wirtschaftlich-finanzielle Ebene wird implizit bei den Informationsbedürfnissen einer ökonomischen und ökologischen Handlungsweise berücksichtigt. Ausgehend von der Modellierung von Funktionen, werden während der Modellerstellung gleichzeitig die Ressourcen und Informationen in eigenen Sichtweisen abgebildet³³.

Die wesentlichen Eigenschaften von Fraktalen sind: Selbstorganisation, Selbstähnlichkeit und Dynamik. Selbstorganisation und Selbstähnlichkeit werden durch selbständig handelnde Unternehmenseinheiten, mit eindeutig beschriebenen Zielen und Leistungen, die der Erreichung der Unternehmensziele dienen, ermöglicht. Die notwendige Dynamik ergibt sich durch eine ständige Optimierung und Anpassung der dezentralen Organisationseinheiten an geänderte Umweltbedingungen. Hierzu ist es notwendig, leistungsfähige Informations- und Kommunikationsmechanismen für eine Informationsversorgung nach dem „Holprinzip“ bereitzustellen /54, S. 31/.

³² Vgl. Kühnle „Das lernende Produktionsunternehmen – die Organisationsentwicklung geht weiter. Auf dem Weg zum Dienstleister.“/167/

29

Für das 21. Jahrhundert wird eine neue Form der Produktion vorhergesagt: Die holonische³⁴ Fabrik /59/. Es wird erwartet, daß im holonischen Herstellungssystem des 21. Jahrhunderts ein symbiotisches Verhältnis zwischen Arbeiter und Maschine entstehen kann, wobei dem Menschen Autonomie und Entscheidungsgewalt eingeräumt werden. Ein holonisches Produktionssystem besteht aus einem System von Holons und beruht im Gegensatz zur Arbeitsanweisung auf dem Prinzip der Kontraktverhandlung, Arbeit anbieten und dann Arbeit vergeben. Ein Holon ist ein intelligenter, autonomer und kooperierender „Agent“³⁵ /60,61/. Im Rahmen eines internationalen Forschungsprogramm für Fertigungstechnik „Intelligent Manufacturing Systems“ (IMS) soll die Fertigungstechnik des 21. Jahrhunderts gemeinsam erarbeitet werden. Am Teilprojekt „Holon Manufacturing Systems“ (HMS) sind internationale Partner beteiligt /62,63,64/.

4.3 Lernen und Wissen

WESTKÄMPER³⁶ formulierte:

„[...] Lernen befähigt den Menschen, Dinge zu tun, die ihm vorher unmöglich waren. Der Mensch kann lernen, auch komplexe Systeme zu beherrschen. Andererseits können ihn komplexe Systeme, die er nicht versteht, überfordern. Das Lernen setzt Wissen voraus“.

Nach BACON gilt „Wissen ist Macht“, „Wissen allein ist Schlaf“ formulierte WÜRTH und „Wissen ist noch nicht Können“ schreibt SCHNEIDER im Zusammenhang mit Wissensmanagement /66/. Wissen ist folglich eine für den Unternehmenserfolg kritische Ressource. Zunehmend verlagert sich die Wettbewerbsfähigkeit von den Kosten der Produktion zum „Mehrwert“, der am Markt durch wissensbasierte Leistungen geschaffen wird. Es geht also darum, einerseits das „richtige“ Wissen zu erzeugen. Andererseits muß das Wissen so eingesetzt werden, daß ein möglichst hoher „Mehrwert“ erzeugt werden kann /72,73,74,75,76/. Was ist jedoch Wissen? MAIER hat einen Vergleich einiger ausgewählter

³³ Um eine schnelle und einfache Modellierung zu ermöglichen, werden lediglich ausgewählte Konstrukte der CIMOSA Spezifikation eingesetzt. Die bisherigen Praxiserfahrungen bestätigen die Richtigkeit dieser Einschränkung /190/.

³⁴ Der Begriff Holon verbindet den griechischen Ausdruck „holos“ (vollständig) mit der Nachsilbe „on“, was so viel wie „elementarer Teil“ bedeutet

³⁵ Agenten sind laut RIECKEN /115/ Softwarekomponenten, die in einer bestimmten Kommunikationssprache kommunizieren können.

³⁶ Vgl. WESTKÄMPER /65, S. 81/

Ansätze zur Bestimmung der Begriffe „Daten“, „Information“ und „Wissen“ vorgenommen /127, S. 8-9/. Die Begriffsdefinitionen bewegen sich zwischen

- Daten sind die Darstellungsform von Informationen,
- Daten sind echte Teilmenge der Information,
- Daten repräsentieren Wissen, aus denen Informationen kontextbezogen generiert werden,
- Information ist zielgerichtete Auswahl und Sammlung von bearbeiteten Daten der Organisation, oder
- Daten bezeichnen die technische Repräsentation der Information in Maschinen.

MAIER entwickelte mit LEHNER ein auf diesen Begriffsbestimmungen aufbauendes Modell für die Begriffe Daten, Information und Wissen, das in **Tabelle 4** auszugsweise dargestellt /127, S. 11-12/.

	Individuelle Ebene	Organisatorische Ebene
Daten	Symbole oder Zeichenketten, die Objekten, Personen, Vorgängen oder Zuständen der Realität oder der Vorstellungswelt des Menschen zugeordnet sind.	Die Gesamtheit der verfügbaren Texte, Zahlen, Statistiken, Graphiken, Bilder, Audio- und Videodokumente usw. – unabhängig von deren Nutzen für die jeweilige Unternehmung.
Information	Das kontextabhängige Ergebnis der wissensgesteuerten Interpretation von Umweltreizen durch Menschen.	Jene Teilmenge der Daten, die für die eigene Unternehmung ausgewählt, geordnet, gespeichert und verfügbar gemacht wird.
Wissen	Eine Menge von längerfristig verfügbaren aktiven Komponenten, die ihre Verarbeitung bzw. Aktivierung selbst steuern.	Von Menschen verstandene Information.

Tabelle 4: Definition der Begriffe Daten, Information und Wissen [Auszug aus /127, S.11].

Beim Wissensbezug finden sich vor allem drei Ansätze zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen Information und Wissen:

- Information kann als Teilmenge des Wissens bezeichnet werden, und
- Wissen wird zur Interpretation (von Daten) verwendet.³⁷
- Wissen ist die Erkenntnis von Zusammenhängen, womit ein bestimmtes Ergebnis erzielt werden kann.³⁸

Eine wesentliche Unterscheidung ist zwischen individuellem und kollektivem Wissen zu treffen. Für die Unternehmen mit koordinierten Handlungszusammenhängen ist das kollektive Wissen bedeutender. Kollektives Wissen ist eine Mischung aus explizitem und

³⁷ Vgl. Maier /127/

³⁸ Vgl. Drucker /41/ und Bohn /42/

verborgenem Wissen und ist so in ein Netz von Beziehungen eingebettet, daß es nicht in Einzelteile zerlegt und als solches imitiert oder erworben werden kann /7/.

Für die weiteren Ausführungen erscheint es ausreichend,

- Daten als die technische Repräsentation von Informationen zu definieren,
- Information auf den Prozeß der Übermittlung und Speicherung zu beschränken,
- Interpretation als Verarbeitung von Information mit Wissen zu betrachten, und
- Wissen als komplexe, die Handlungskompetenz bzw. kognitive Entscheidungskompetenz eines Menschen repräsentierende Struktur zu sehen.

Wie entsteht jedoch Wissen und wie kann Wissen transferiert und kollektiv genutzt werden? Diese Prozesse werden in der Literatur³⁹ aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln diskutiert:

1. Leibnitz Welt

Wissen ist die Abbildung von Realität und teilbar; Wissen ist als Input in Prozesse, als teilbares Produkt zu betrachten. Es ruht auf festen Fundamenten und kann ständig erweitert und verfeinert werden.

2. konstruktivistische Welt

Wissen ist nicht als Paket im Sinne eines Ergebnisses zu sehen. Wissen wird, im Sinne eines Interaktionsmodells, als im Prozeß entstehend betrachtet, als Deutungsversuche des Menschen die im Zeitablauf variieren. Wissen ist immer das Wissen eines Individuums und damit subjektiv und unvollständig. Wissen ist kontextabhängig, also subjektiv und nie objektiv /vgl. 7, S. 41/

Aus diesen beiden Ansätzen resultieren unterschiedliche Handlungsfolgen. Die Leibnitz Welt hat ihren Fokus auf Rationalisierung, Informationsmanagement und künstlicher Intelligenz. Die konstruktivistische Welt mit dem Ansatz der lernenden Organisation hat ihren Fokus auf Beziehungspflege, Prozeßmanagement und menschlicher Intelligenz. In der Praxis vermischen sich diese beiden extremen Standpunkte, denn wenn man von Wissen spricht, sollte man auch von Handeln reden /13/.

Der unternehmerische Erfolg hängt davon ab, welche Informationsvorsprünge die Unternehmen gegenüber Mitbewerbern erreichen. In dynamischen Strukturen wird es deshalb immer wichtiger, geeignete Informations- und Kommunikationsmethoden bereitzustellen, die flexibel genug sind, sich den raschen Veränderungen anzupassen. Die erforderliche

³⁹ Vgl. Argyris /49/; Deiser /13/; Drucker /41,46/; Hayek /71/; Karner /8/; Nonaka /51/; Schneider /7,66/; Senge /52,53/.

Flexibilität kann immer weniger durch „zentrale Vorgaben“ gesichert werden. Es wird unterstellt, daß die zu erwartenden Herausforderungen an die Unternehmensführung, interne wie externe Koordination und Organisationsgestaltung, nur unter massivem Einsatz der Informationstechnologie bewältigt werden können (Leibnitz-Welt). Gleichzeitig wird darauf verwiesen, daß die technischen Voraussetzungen - Netzwerke, Standards für den Dokumentenaustausch - heute bereits zur Verfügung stehen /77/.

In auf Dezentralisierung und Kooperation ausgerichteten Unternehmensstrukturen reicht das jedoch bei weitem nicht aus; denn wie reagieren Organismen in der Natur, wenn die Spannungen oder Turbulenzen zu groß werden? Eine Zelle teilt sich, die Chaos-Theorie spricht von Bifurkationen und Fraktalen als Brüche in Form und Funktion. Autopoiese v. Selbsterneuerung erfolgt erst nach Brüchen /78/. Organisatorische Flexibilität und Anpassungsfähigkeit hängen eng mit der Lernfähigkeit von Organisationen zusammen und setzen eine geeignete Ausgestaltung des organisatorischen Gedächtnisses voraus. SENGE befaßte sich mit dem Thema des Organisationslernens und beschreibt die „informierte und lernende Organisation“ /52,53/. Er charakterisiert folgendermaßen

„[...] is an organization that is continually expanding its capacity to create its future“⁴⁰

Einen vergleichbaren Ansatz verfolgte ARGYRIS bereits 1965 /79/. Dieser der Systemtheorie nahestehende Ansatz beschreibt Organisationen als dynamisch lernende Systeme. Durch die Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt und dem eigenen System, erneuern sie sich in einem kontinuierlichen Prozeß ständig neu. Angestrebt wird eine optimale organisatorische Architektur, die im Vertrauen auf die Selbstorganisation von Systemen, ein möglichst freies Fließen des autopoietischen Prozesses entlang strategischer Grundsätze ermöglicht. MATSUDA verbindet lernende Organisationen mit dem Begriff der sogenannten „Organisatorischen Intelligenz“ /80/.

„Organisatorische Intelligenz“ wurde verstärkt in den USA⁴¹ und in Japan⁴² wissenschaftlich bearbeitet. Die amerikanische Definition für intelligentes organisatorisches Verhalten enthält die Kenntnis der Organisationsziele, das Wissen über Handlungsalternativen, die

⁴⁰ Vgl. SENGE /53, S. 14/

⁴¹ Vgl. BOND & GASSER /81/

⁴² Vgl. MATSUDA /80/

Fähigkeit, die jeweils beste Handlungsalternative auszuwählen und zu verfolgen, die Lernfähigkeit und das organisatorische Gedächtnis.

Beim japanischen Ansatz wird unter Organisatorischer Intelligenz das gesamte „intellektuelle“ Potential einer Organisation, d.h. die kollektive Problemlösungsfähigkeit einer Unternehmung verstanden. „Organisatorische Intelligenz“ besteht folglich aus der Gesamtheit der geordneten Informationen, Erfahrungen, Wissen und Verstehen. Sie integriert die in einer Organisation vorhandene menschliche Intelligenz mit der maschinellen Arbeitsfähigkeit.

Der japanische Ansatz „Organisatorische Intelligenz“ zielt stärker als der amerikanische Ansatz auf die Integration menschlicher und maschineller Wissensverarbeitung. Dadurch ist der japanische Ansatz wesentlich attraktiver bei Systemen, die eine bessere organisatorische Performance⁴³, Selbstorganisation, organisatorische Flexibilität und organisatorisches Lernen und Gedächtnis ermöglichen.

„Organisatorische Intelligenz“ besteht gemäß den vorab erläuterten Definitionen primär aus den zwei Komponenten „Prozeßintelligenz“⁴⁴ und „Produktintelligenz“⁴⁵. „Produktintelligenz“ entsteht dann, wenn die Informationssysteme einer Organisation deren Problemlösungsfähigkeit verbessern.

Dabei werden drei Stufen der „Produktintelligenz“ unterschieden:

- Daten, geordnet, aber ohne inhaltlichen Zusammenhang.
- Informationen, zielgerichtete Ordnung im Hinblick auf die Unternehmensziele.
- Wissen, verstanden als aktiv genutzte Information.

„Prozeßintelligenz“ wird als interaktiver, aggregativer und koordinativer Komplex menschlicher und maschineller Intelligenz in einer Organisation definiert. Maschinelle Intelligenz meint dabei die computergestützte Informationsverarbeitungsfähigkeit einer Organisation, die im Einzelfall auch mit Hilfe „Künstlicher Intelligenz“ erfolgen kann. Jede menschliche wie maschinelle Intelligenz in einer Organisation ist danach auf Abläufe

⁴³ hierunter werden schnellere und bessere Entscheidungen verstanden

⁴⁴ „Organisatorische Intelligenz“ als dynamischer Prozeß

⁴⁵ „Organisatorische Intelligenz“ als statistischer Prozeß

ausgerichtet. „Organisatorische Intelligenz“ wird also wesentlich vom Zusammenspiel menschlicher und maschineller Informationsverarbeitung bestimmt.

Unter welchen Voraussetzungen arbeiten die Menschen in den Unternehmen und welche Informationen⁴⁶ benötigen sie zur Aufgabenerfüllung? KÜHNLE⁴⁷ schreibt:

„[...] zielgerichtetes Arbeiten mit Informationen ist ohne deren Übermittlung, also Kommunikation, nicht möglich. Information und Kommunikation bedingen einander.

Eine effiziente Kommunikation der Organisationsmitglieder, sowohl direkt als auch mit Hilfe technischer Systeme, stellt offensichtlich eine wesentliche Voraussetzung für wissensbasierte Unternehmungen dar. Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen muß dabei das primäre Ziel darstellen. Diese wird entscheidend durch die Leistungsfähigkeit der gesamten Organisation bestimmt. Eine dauerhafte Erhöhung der Leistungsfähigkeit wird nur durch die Nutzung und Vermehrung der vorhandenen „Intelligenz“, einer mitarbeiterorientierten Informationslogistik und durch eine gemeinsame Anlagen- und Prozeßverantwortung erreicht werden können.

4.4 Informationstechnische Unterstützung lernender Organisationen

Mit der Verbreitung von Personalcomputern und deren Vernetzung ist eine „Demokratisierung“ der Informationsverfügbarkeit verbunden. Dies führt zu gravierenden Veränderungen der Arbeitswelt, in welcher die Bedeutung von Gruppen- und Teamarbeit wesentlich gesteigert wurde. Der Abbau von Hierarchien und Dezentralisierung von Entscheidungen reduziert den Einfluß hierarchischer Koordinierungsstellen und ermöglicht Verantwortung kleinerer Organisationseinheiten⁴⁸. Die Problemstellung, etwas koordinieren zu müssen, wird von unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen untersucht. MALONE und CROWSTON definieren Abhängigkeitsprobleme zu lösen als „Koordinationsprozeß“ /19,83,84/.

⁴⁶ KÜHNLE /54, S. 29/ definiert Information als zweckbezogenes Wissen über Zustände und Ereignisse. Fehlt diese Zweckeignung, spricht er von Daten.

⁴⁷ Vgl. KÜHNLE /54, S. 29/

⁴⁸ Für die Definition Team sei auf die Ausführungen von ZIMBARDO verwiesen /82/.

DUNCAN und WEISS /87/ sehen als Voraussetzungen für die Verbreitung neuen Wissens in einer Organisation an, daß

- das Wissen konsensfähig,
- integrierbar und
- insbesondere kommunizierbar ist.

Ohne Kommunikation können weder individuelles Wissen an die Mitglieder einer Organisation weitergegeben werden, noch können kollektive Wissensaustauschprozesse stattfinden. Kommunikation ist die entscheidende Basis für Teamarbeit. Erst der hinreichend schnelle und verlässliche Austausch von Daten oder allgemeinen Informationsobjekten, ermöglicht letztendlich effiziente Teamarbeit. Der Inhalt der Kommunikation ist die Information⁴⁹.

4.4.1 Dezentralisierung der Informationsgewinnung

Der effektive und effiziente Umgang mit Informationen durch jeden Mitarbeiter ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Die Auflösung hierarchischer Führungsstrukturen führt dazu, daß Informationsflüsse in Unternehmen nicht mehr nur in aufsteigender vertikaler Richtung, sondern auch absteigend und insbesondere horizontal verlaufen. Es ist eine zunehmende Datenüberflutung zu beobachten, die zum unproduktiven Umgang mit Information führt /103,105/. Bedarf besteht sowohl an technischen als auch organisatorischen Instrumenten zur aufgabenbezogenen Aufbereitung von Daten.

Amerikanische Untersuchungen zeigten, daß lediglich ca. 20 Prozent der Wissensressourcen eines Unternehmens genutzt werden, 80 Prozent des Wissens der Mitarbeiter liegen brach /104/. Damit ein möglichst großer gemeinsamer Informationsstand erreicht werden kann, ist es notwendig das Informationsangebot dem Informationsbedarf anzunähern /106/. Als Informationsangebot können alle Informationen⁵⁰ verstanden werden, die zu einem beliebigen Zeitpunkt im Zusammenhang mit einer Problemstellung verfügbar sind. Der Informationsbedarf ist im Gegensatz dazu die Informationsmenge, welche zur Erfüllung einer bestimmten Handlung zu einem bestimmten Zeitpunkt benötigt wird /107,108/. Um eine größere Übereinstimmung von Angebot und Bedarf zu erreichen, muß folglich der

⁴⁹ Vertiefende Ausführungen finden sich bei ZIMBARDO /82/, KATZENBACH & SMITH /85/ oder TEUFEL /20/.

⁵⁰ Vgl. DIN 44300 – Begriffe der Information

Informationsstand, die Schnittmenge des Informationsangebotes und der Informationsnachfrage, einen möglichst großen Umfang erreichen.

Betriebliche Entscheidungen basieren vor allem auf der Bewertung von Informationen⁵¹. Zur Lösung von Entscheidungsproblemen kann aus technokratischer Sicht zunächst der Informationsgrad - der Quotient zwischen vorhandener und notwendiger Information - erhöht werden, um damit die Zuverlässigkeit der Prognose zu steigern /108/. Dennoch bleiben Unsicherheiten, da neben den verfügbaren Informationen, nicht formalisierbare Faktoren⁵² entscheidenden Einfluß haben.

Erklären und Verstehen sind die zwei wesentlichen Elemente wissenschaftlicher Erkenntnis. KNOBLAUCH formuliert:

„[...] Das erklärende, als Information gewandeltes Wissen steht einem verstehenden Wissen gegenüber“; [...] „Der Mensch besitzt keine expliziten Mechanismen der Verarbeitung und Speicherung von Daten und Informationen, sondern „nur“ die Fähigkeit zum Urteilen.“⁵³

Urteilen und Entscheiden mit „unscharfen Informationen“ wird zukünftig die Regel sein. Informationen können den Kenntnisstand der handelnden Menschen verbessern, denn Informationen sind nicht wie Daten abstrakt existent, sondern entstehen dadurch, daß Wissen⁵⁴ in den Kontext der Entscheidungsvorbereitung gestellt wird.

Erschwert wird die Interpretation von Informationen, wenn mehrere Personen klären müssen, welche Informationen wesentlich sind, welche Beziehungen zwischen den Informationen bestehen, welche Schlüsse daraus zu ziehen sind oder welche Folgerungen daraus ergeben. Informationen machen in Unternehmen folglich nur dann Sinn, wenn sie kollektiv interpretiert werden können. Dies bedeutet, daß nur über Kommunikation - indem Sprache, Symbole und Objekte verarbeitet werden - Informationen in realen Unternehmen zur Wirklichkeit gemacht werden.

⁵¹ Vgl. hierzu die Ausführungen von Witte, Mag und Kirsch /109,110,111/

⁵² persönliche Erfahrungen und Präferenzen

⁵³ Vgl. Knoblauch /112, S. 126-127/

⁵⁴ hier im Sinne von Fakten, Tatbeständen und Beschreibungen

In diesem Kontext kann man in bezug auf Dezentralisierung der Informationsgewinnung folgende Phasen unterscheiden:

- Informationen sind nur dann relevant, wenn sie kommuniziert werden.
- Kommunikation ermöglicht individuelle Vorstellungen und Ziele transparent zu machen, Wissensstände abzugleichen und auf mögliche Unterschiede zu überprüfen.
- Neues Wissen kann dann entstehen, wenn individuelle Vorstellungen und Wissensstände miteinander verschmolzen und kollektiv interpretiert werden.

4.4.2 Distribution von Wissen

Hierarchische Strukturen basieren u.a. auf der Intention, daß durch die Struktur sichergestellt werden kann, daß Informations- und Kommunikationsprozesse geordnet und präzise ablaufen. Praktische Erfahrungen zeigten jedoch, daß hierarchische Strukturen Informationen einseitig selektieren und interpretieren. Nicht prognostizierbare Störungen werden nicht schnell genug verarbeitet; es wird nicht sachorientiert, sondern machtorientiert gearbeitet. Gefordert wird die Ablösung solcher Strukturen durch netzartige Strukturen⁵⁵, innerhalb derer die einzelnen Systemelemente lose miteinander gekoppelt sind und spezifische Beziehungen zu ihrer Umwelt pflegen.

Ein wesentlicher Aspekt im Management von Wissen ist in der Verteilung von Wissen zu sehen. Entscheidend ist, daß das Verhältnis von individuellem Wissen und allen zugänglichem (kollektivem) Wissen sinnvoll ist. Es ist sicher nicht ökonomisch, die Forderung zu erfüllen, daß alle Mitarbeiter möglichst alles wissen sollten. Dynamische dezentrale Strukturen erfordern vielmehr Informationssysteme, die eine Informationsversorgung nach dem Holprinzip ermöglichen. Vereinfachend kann dies so ausgedrückt werden:

„Informationssysteme müssen es den Mitarbeitern ermöglichen, die „richtige“ Information, am „richtigen“ Ort, zum „richtigen“ Zeitpunkt und im „richtigen“ Zusammenhang holen zu können, um diese Informationen in ihren Entscheidungsprozeß einzubeziehen.“

Dieses Prinzip kann in den Unternehmen offensichtlich nur schwer realisiert werden. Untersuchungen von LULLIES et al. /113/ zeigten, daß nicht primär logistische Probleme den Wissenstransfer behindern, sondern vor allem Macht und mikropolitische Prozesse /114/. Lokale Informationssysteme sind nicht mehr die entscheidenden Vorteile auf dem Markt,

⁵⁵ „Im Fraktalen Unternehmen sind Netzwerke die geeignetsten Organisationsformen“. Kühnle /54, S. 14/

sondern die Informationen und die Art ihrer Verarbeitung, aufgrund dessen die laufenden Entscheidungen getroffen werden. Das Wissen, um verfügbare Informationen im täglichen Umgang optimal zu nutzen, bringt die Vorteile. Daten zu Informationen zu machen und in Wissen zu transformieren, sind die heutigen Ansprüche an Informationsinfrastrukturen. Deshalb kann man ohne Übertreibung feststellen, daß die elektronischen Netzwerke die wesentliche Infrastruktur im 21. Jahrhundert bilden werden.

Die informationstechnische Unterstützung von Geschäftsvorgängen muß deshalb in dezentralisierten Strukturen vier wichtigen Aspekten Rechnung tragen:

- kooperative, durch anwendungsspezifische geprägte Wissensverarbeitung,
- physische und logische Verteilung von Anwendungen, Daten und Softwaresystemen,
- alle Arten hardwarebezogener sowie syntaktischer und semantischer Heterogenität, und
- zumindest partielle Autonomie der im Einzelfall einzubeziehenden Systeme.

4.4.3 Kooperationsunterstützende Systeme

Unter kooperationsunterstützenden Systemen (Groupware)⁵⁶ sollen hier alle diejenigen Systeme verstanden werden, die Gruppen oder Teams unterstützen, welche an einer gemeinsamen Aufgabe oder einem gemeinsamen Ziel arbeiten und den Zugang zu einer gemeinsamen informationstechnischen Umgebung zur Verfügung stellen. Mit Hilfe von Groupware soll vor allem der Austausch komplexer Informationen sichergestellt werden. Computer Supported Cooperative Work (CSCW) unterstützt demnach im weitesten Sinne informationstechnisch verschiedene Formen menschlicher Gruppenarbeit.

Email stellt die sicher am besten genutzte und erforschte CSCW-Anwendung dar. Bei Email kann je nach Adressatenkreis eine 1:1 als auch eine 1:m Kommunikation stattfinden. Email erlaubt ähnlich einer direkten („face-to-face“) Kommunikation, die schrittweise Anpassung von Aktion und Reaktion zwischen den Kommunikationspartnern.

Wichtige grundlegende Beschreibungen und Definitionen finden sich bei MALONE und CROWSTON /19,83,84/. RÜDEBUSCH erarbeitete eine umfassende Klassifikation und formulierte eine Modellierung von Interaktions- und Koordinationsmustern als Bestandteil einer

⁵⁶ Als Oberbegriff hat sich der Ausdruck „Groupware“ aus dem Forschungsbereich des Computer Supported Cooperative Work (CSCW) etabliert.

generischen Unterstützung von Anwendungsentwicklungen /88/. Weitere Arbeiten im Zusammenhang mit CSCW, speziell in Bezug auf QCIM und der Zusammenarbeit von der Produktentwicklung bis zur Fertigungsplanung und -steuerung entlang der Geschäftsprozeßketten, finden sich bei KIRN, UNLAND /89/ und WEULE, SPATH, SCHMIDT, ZIMEK /90/. CSCW wird meist nach der Art der unterstützenden Zusammenarbeit kategorisiert wobei die Raum-Zeit-Klassifikation⁵⁷ am verbreitetsten ist.

Die Systeme eignen sich um gut strukturierte, sich häufig wiederholende Aufgaben zu lösen. Sie besitzen jedoch wenig Flexibilität, sind im wesentlichen passiv und daran ausgerichtet, eine möglichst hohe Effizienz zu gewährleisten /77,91/. Im Sinne eines „Organizational Learning“ müßten diese Systeme eine $n:m$ -Informationsverteilung, Kommunikation und darauf aufbauende Wissenskooperation aller teilnehmenden Mitglieder unterstützen, was bisher nicht gegeben ist. Gleichzeitig könnte bei unstrukturiertem Informationsangebot sehr schnell die Situation des „information overload“ entstehen.

Durch den Einsatz sogenannter „Intelligenter Agenten“⁵⁸, erwartet man zukünftig, eine gleichzeitige und automatische Verteilung strukturierter und qualitativ hochwertiger Informationsobjekte bei adäquater Präsentation erreichen zu können. Einige Beschreibungen der derzeitigen Forschung über den Einsatz von Agenten finden sich bei DANGELMAIER, KIRN, KASSEL, FISCHER et al., WEINHARDT/GOMBER, SMITH/DAVIS, MARTIAL und GRABOWSKI/SCHREINER /92,93,94,95,96,97,98,99/.

Grundsätzlich lassen sich zwei Szenerien

- Verteiltes Problemlösen und
- Multiagentensysteme unterscheiden.

4.4.3.1 Verteiltes Problemlösen

Hier wird vorausgesetzt, daß das Gesamtsystem mit der Vorgabe geschaffen worden ist, genau für eine Problemklasse Lösungen zu erarbeiten. Ein Problem wird top-down in voneinander unabhängige Teilprobleme zerlegt. Diese werden durch verteilte Agenten isoliert voneinander bearbeitet. Teillösungen werden bottom-up zu einer Gesamtlösung zusam-

⁵⁷ Vgl. JOHANSEN, R.: „Groupware: Computer Support for Business Teams“, zitiert in RÜDEBUSCH /88/

⁵⁸ Die verteilte künstliche Intelligenz (VKI) befaßt sich mit der Entwicklung und Analyse intelligenter Gemeinschaften von interagierenden und koordinierten, wissensbasierter Prozesse. Solche Prozesse werden Agenten genannt. Ihr Ziel ist es, gemeinsam und kooperativ an der Lösung von Problemen zu arbeiten. Agenten sind laut Riecken /115/ Softwarekomponenten, die in einer bestimmten Kommunikationssprache kommunizieren können.

mengefügt. Bekannte Vertreter dieser Klasse von Verfahren sind die Blackboard Systeme und der Kontraktnetzansatz /97/.

4.4.3.2 Multiagentensysteme

Multiagentensysteme bestehen aus einer Anzahl unabhängig voneinander entwickelter Agenten, die zur Lösung eines gemeinsamen Problems zusammenarbeiten sollen. Jeder der Agenten kann nur Teilaspekte des Gesamtproblems lösen. Die einzelnen Aspekte des Problems sind dabei typischerweise voneinander abhängig. Die kooperative Problemlösung enthält deshalb einen hohen Umfang an Wissenskommunikation sowie einen beträchtlichen Koordinationsaufwand zwischen den Agenten. Alle Agenten erstellen einen Multiagentenplan in kooperativer Abstimmung, welcher festlegt, welche Agenten wann, in welcher Zusammenarbeit mit wem und wie Aktivitäten durchführen /98/. Jeder Softwareagent ist Experte für seinen Problembereich, der entsprechend der Situation, sein prozedurales Wissen einsetzen kann /99/.

Damit können solche Systeme sich in einer generalisierenden Form an sich verändernde Umweltsituationen anpassen, indem durch Emergenzeffekte⁵⁹ neue Verhaltensmuster entstehen können. Solche Systeme sind jedoch auf diese Weise noch nicht in der Lage „situationsgerechtes Verhalten“ zu zeigen, da nicht die Fähigkeit vorhanden ist, in Prozeduren erworbene Kenntnisse in anderen Zusammenhängen einzusetzen. Notwendig wäre die Entwicklung des quasi generischen, lernfähigen Softwareagenten /89/.

4.4.3.3 Fuzzy-Systeme und Neuronale Netzwerke

Wissensbasierten Fuzzy-Systeme benutzen unscharfe Mengen primär zur inhaltsdefinierenden formalen Abbildung menschlichen Wissens. Damit wird es möglich, menschliches Erfahrungswissen auf elektronischen Datenverarbeitungsanlagen zu verarbeiten. Fuzzy-Systeme können in vielen Bereichen zur wissensbasierten Datenanalyse (Prozeßanalyse, Signalauswertung oder technische Diagnose) angewendet werden. Fuzzy-Control bezeichnet den Teil der sich mit regelungstechnischen Problemstellungen beschäftigt. Vergleichbar zur Fuzzy Technologie haben Neuronale Netze Eingang in die Lösung industrieller Problemstellungen gefunden. Insbesondere bieten sich Neuronale Netze für nahezu

⁵⁹ Intelligenz tritt wohl nicht plötzlich auf, sondern besteht aus einem Kontinuum zunehmend komplexerer Informationsverarbeitung. Viele Verhaltensweisen, die wir gemeinhin als intelligent bezeichnen, ergeben sich vermutlich aus dem Zusammenwirken prärationaler Mechanismen. Siehe auch Lewin: Die Komplexitätstheorie /192/

alle Anwendungsfälle der Mustererkennung und der Prognose an. In jüngster Zeit werden auch Lösungen aus Verbindungen zwischen Fuzzy Technologien und Neuronalen Netzen propagiert /100/. Weitergehende Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit der Kombination und Integration dieser neuen Technologien zur Gestaltung einer zweiten Generation von CIM, den „lernenden Produktionssystemen“ /101,102/.

4.4.3.4 Datenmanagement

Kostengünstige Innovationen auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologie führen zu mehr dezentralen Anwendungen und Nutzung der Arbeitsmittel durch den „Endanwender“. Die zunehmende Informationsintensität erfordert die strukturierte Vorhaltung erheblicher Mengen relevanter Unternehmensdaten. Ein und derselbe Datenbedarf kann an mehreren Orten auftreten und muß unterstützt werden. Konventionelle Trägermedien wie Formulare oder sonstige Papiere erweisen sich zunehmend als ungeeignet, da die Bereitstellung relevanter Daten oft mit langwierigem Suchen verbunden ist. Ein selektiver und unmittelbarer Zugriff ist nicht möglich. Ebenso scheidet eine gleichzeitige Nutzung an mehreren Orten aus. Daher entwickelte sich eine Vielzahl informationstechnischer Konzepte wie verteilte Datenbanken, Rechnernetze, wissensbasierter Systeme, Client-Server-Computing oder föderierte Systeme.

Datenmanagement erfordert einen jederzeit aktuellen Überblick über den Bestand an unternehmensrelevanten Daten⁶⁰. Es sollte ersichtlich sein, an welchen Orten und in welchen Datenhaltungssystemen welche konkreten Daten repräsentiert sind. Data Dictionaries sind Datenbanken, die das Datenmanagement unterstützen. Sie ermöglichen eine logische zentrale Vorhaltung der Metadaten über die in den operativen Datenbanken der Unternehmen vorgehaltenen Unternehmensdaten⁶¹. Im Zuge des Datenmanagements sind Fragen der

⁶⁰ Der Überblick sollte sich nicht auf elektronische Daten beschränken, sondern auch konventionell repräsentierte Daten einschließen.

⁶¹ Ein Beispiel ist IRDS (Information Resources Dictionary System) als Standardarchitektur der ISO /116/. Nachteilig ist die Einschränkung auf Datenbanken mit entsprechenden Datenmodellen; Datenbestände in proprietären Systemen, File-Systeme, CAD-Datenbestände oder konventionelle Datenbestände können nicht integriert werden.

Verfügbarkeit⁶², der Datenqualität, der Sicherung der Datenaktualität als auch die Sicherung der Konsistenz⁶³ der Unternehmensdaten zu regeln.

4.4.3.5 Unternehmensdatenmodellierung

Ein Unternehmensdatenmodell ist ein umfassendes und konzeptionelles Realweltmodell der Unternehmensdaten insgesamt /118/. Es beschreibt auf einer hohen Detaillierungsebene, möglichst vollständig und konsistent, alle Objekttypen, Beziehungstypen, Attribute und Integritätsbedingungen. Besonders die Gewährleistung der semantischen Integrität der Daten kann oft nicht garantiert werden. Diese Integritätsverletzungen in Datenbeständen entstehen z.B. durch zeitliche Verzögerungen bei der Aktualisierung der Datenelemente. SCHEER forderte u.a. deshalb den Aufbau einer unternehmensweiten Datenbank anstelle mehrerer Datenbestände /119/. Nach SCHOLZ bedeutet Datenintegration,

„[...] daß dem Gesamtsystem... ein einheitliches Modell mit einer allgemeinen für alle Anwendungen gültiger Daten- und Speicherstruktur zugrunde liegt.“⁶⁴

Eine andere Sichtweise nimmt TREULING ein. Er definiert Datenintegration aus der Sicht des Anwenders und beschreibt im Hinblick auf den betrieblichen Nutzen die Datenintegration folgendermaßen:

„[...] Datenintegration bedeutet die gemeinsame Nutzung von Daten durch unterschiedliche EDV-Funktionen.“⁶⁵

Diese Definition läßt auch die Kombination verschiedener Komponenten mit jeweils eigener Datenverwaltung zu, zwischen denen ein Datenaustausch stattfindet⁶⁶. Datenintegration soll dazu führen, daß der Informationsbedarf an den Arbeitsplätzen schnell und umfassend befriedigt werden kann. Ziel der organisatorischen Gestaltung der Datenintegration ist es daher, daß alle erforderlichen Daten zum Zeitpunkt ihrer Verarbeitung vollständig und korrekt verfügbar sind. Eine wichtige Gestaltungsmöglichkeit besteht offensichtlich in der

⁶² Verfügbarkeit bezeichnet hier die grundsätzliche Möglichkeit, online auf lokale oder entfernte Daten lesend oder schreibend zugreifen zu können.

⁶³ Bei integriertem Datenbestand definierte Integritätsbedingungen ermöglichen ein automatisches Erkennen von inkonsistenten und damit unzulässigen repräsentierten Zuständen /117/.

⁶⁴ Vgl. Scholz /120/

⁶⁵ Vgl. Treuling /121/

⁶⁶ Es verstärkt sich in der Praxis die Erkenntnis, daß der Nutzen eines aufwendig zu erstellenden Unternehmensdatenmodells den in der Literatur geäußerten Erwartungen nur unzureichend gerecht werden kann /122/. Maier konstatiert: „[...] Die Kosten-Nutzen-Situation scheint in der Praxis eher unbefriedigend zu sein. ... Der Nutzen wird bestenfalls anhand von subjektiven Erfahrungsberichten eingeschätzt.“ /127, S.329/

Verteilung der Daten auf unterschiedliche Komponenten. Durch die Datenverteilung lassen sich wichtige Vorteile im Hinblick auf die Funktionalität des Gesamtsystems erzielen. Neben den Vorteilen der lokalen Verfügbarkeit und schnellen Zugriffsmöglichkeiten, sind die höhere Zuverlässigkeit des Gesamtsystems gegenüber Komponentenausfall, die Leistungssteigerung durch Parallelverarbeitung, die bessere Adaption an betriebliche Bedürfnisse und nicht zuletzt die Akzeptanzsteigerung bei den Anwendern zu nennen.

4.4.3.6 Datenbanken

Datenbanken werden durch Datenbankmanagementsysteme (DBMS) verwaltet. Unterschiedliche DBMS unterschiedlicher Hersteller können sich in einer Vielzahl von Eigenschaften⁶⁷ unterscheiden. Client-Server-Systeme sind heute „State of the Art“ bei komplexen Datenbankprojekten. Die Anforderungen steigen jedoch; derzeit sind unterschiedliche Architekturkonzepte Gegenstand aktueller Forschungen. Es wird zwischen verteilten Datenbanksystemen, heterogenen Datenbanksystemen und paralleler Datenbankverarbeitung unterschieden. Allgemein gesehen, bezeichnet man eine Menge autonomer, heterogener Informationsquellen mit den zugehörigen Datenbankmanagementsystemen, die an den Knoten eines Kommunikationsnetzes lokalisiert sind, als verteiltes Datenbanksystem. Dabei ist eine Überlappung von Datenbeständen möglich /126/.

4.4.3.7 Data-Warehouse-Konzepte

Hier geht man von der Zielsetzung aus, Daten und Informationen zu sammeln und jederzeit für flexible Auswertungen bereitzuhalten. In die zu diesem Zweck errichteten informativen Datenbanken (Data Warehouse)⁶⁸ werden historische Daten integriert. Bei der Integration in Data Warehouses werden die ursprünglich atomaren Daten verdichtet, indem sie nach spezifischen Aspekten optimiert abgespeichert werden /187/. Ziel der Unternehmen ist es, in möglichst kurzer Zeit ganz spezielle Informationen bzw. Muster in den Datenbeständen zu finden, die ohne Data Warehouse nicht oder mit großem zeitlichen Aufwand aufgedeckt

⁶⁷ Datenmodelle, Datenbanksprachen, Programmierschnittstellen oder Funktionalitäten

⁶⁸ Der Begriff Data Warehouse wird in Literatur und Praxis nicht einheitlich verwendet. Einigkeit besteht darin, daß ein Data Warehouse aus einer informativen Datenbank besteht, in der unternehmensspezifische, vergangenheitsorientierte und somit statische Daten gehalten werden, die aus unterschiedlichen Quellen integriert wurden. Weitergehende Definitionen enthalten neben der Datenbasis das diese Datenbank definierende Datenmodell, das Executive Information System (EIS), das Decision Support System (DSS) oder andere Tools, beispielsweise OLAP Tools, welche eine Analyse, Auswertung und Präsentation der Daten ermöglichen.

werden könnten. Potentielle Risiken und Chancen können schneller erkannt und damit frühzeitige Reaktionen auf schwankende Marktverhältnisse ermöglicht werden.

Data Warehouse Konzepte bedingen eine redundante Datenhaltung, einerseits in den operativen Systemen und andererseits in verdichteter Form im Data Warehouse. Damit sind Schwierigkeiten wie z.B. Aktualität der Daten oder Kosten im Zusammenhang mit Datenpflege verbundenen, die durch Performancesteigerungen relativiert werden sollen. Da alle Analysen auf die Daten des Data Warehouse zugreifen, werden die operativen Systeme entlastet. Gleichzeitig ergeben sich bei jeder Abfrage Zeiteinsparungen, da Aggregationen bereits weitgehend durchgeführt wurden.

In einem Warehouse-Repository werden die Metadaten des Systems gehalten. Um Anwen-
Recherchen zu erleichtern, werden im Repository auch Geschäftsbegriffe und
Beziehungen zwischen den betriebswirtschaftlichen Objekten definiert. Tools für die Da-
tenanalyse (Data Mining, OLAP Tools) müssen für die verschiedenen Benutzer angepaßt
werden.

Neben dem Data Warehouse finden sich sog. Data Marts. Ein Data Mart ist ein auf einen Betriebsbereich beschränktes Data Warehouse. Data Marts können die Vorstufe des unternehmensweiten Data Warehouse sein.

Unter einem sog. Virtuellen Data Warehouse werden keine zusätzlichen Informationsda-
tenbanken neben der operativen Datenbank aufgebaut, sondern die Auswertungsabfragen
laufen in den operativen Systemen. Als Folge treten Performanceeinbußen auf, da einer-
s die operativen Systeme durch Auswertungsabfragen belastet werden und andererseits
Auswertungsanfragen im virtuellen Data Warehouse deutlich länger dauern, da Daten erst
verdichtet werden müssen. Einen guten Überblick über den aktuellen Stand der Data Wa-
rehouse Konzepte liefern CHAUDHURI/DAYAL, INMON et al. und MUCKSCH/BEHME
/124,125,123/.

4.4.3.8 OLAP Systeme

OLAP, Online Analytical Processing kann man den Executive Information Systems zuord-
nen. Ihr Einsatzgebiet ist die schnelle und flexible Verarbeitung umfangreicher,
netzwerkweiter Abfragen mit Hilfe einer speziell dafür vorgesehenen oder bereits ander-
weitig genutzten Datenbank. Ziel ist es hierbei, komplexe Berechnungen und das Handling

großer Datenbestände performanter als bei den üblicherweise eingesetzten relationalen Datenbanken zu bewältigen.

4.4.3.9 Föderierte Datenbankkonzepte

Eine vielversprechende Möglichkeit zur Überwindung von Heterogenität der Datenhaltung ist die Nutzung föderierter Datenbanksysteme. Die vorhandenen Einzelsysteme behalten weitgehend ihre Autonomie, werden jedoch zu einem umfassenden Datenbanksystem föderiert. Bestehende Anwendungen können ohne wesentliche Performanceverluste unverändert weiter genutzt werden, während neue Anwendungen über eine einheitliche Schnittstelle auf die föderierten Datenbestände zugreifen können. Ein föderiertes Datenbanksystem koppelt über eine flexible Föderierungsschicht eine Menge autonomer, heterogener Komponentendatenbanksysteme, die zusätzlich um die Fachkompetenz kooperierender Agenten erweitert werden kann. Die wesentliche Aufgabe dieser erweiterbaren Föderierungsschicht besteht darin, einen transparenten Zugriff auf föderierte Daten bereitzustellen. Einen erfolgversprechenden Ansatz verfolgt das Forschungsprojekt *SIGMA*⁶⁹ der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Einen entsprechenden kommerziellen Ansatz stellt Universal Data Access Middleware der Fa. Microsoft Corporation dar. Diese Technologie soll mit Hilfe einer Datenzugriffs-Middleware den einfachen Zugriff auf Informationen ermöglichen, unabhängig davon, wo diese gespeichert sind⁷⁰.

4.4.4 Hyper-Media-Systeme

Hyper-Media-Systeme sind eine neue Klasse komplexer Informationssysteme, die neben den jetzigen Anwendungsfeldern im Internet hervorragende Eigenschaften besitzen, um unternehmensinterne Informations- und Kommunikationssysteme zu realisieren. Der Grundgedanke des Verknüpfens von Informationseinheiten wurde bereits 1945 von VANNEVAR BUSH mit seiner Vision *MEMEX* in seinem Artikel „As We May Think“ veröffentlicht /132/. NELSON prägte 1965 den Begriff Hypertext

„[...] a body of written or pictorial material inconnected in a complex way that it could not be conveniently represented on paper...“

als „non-linear-text“ /133/. Van DAM entwickelte ein Hypertext Editing System das zur Dokumentation der Apollo-Missionen eingesetzt wurde /135/. Seit etwa Mitte der achtzi-

⁶⁹ weitere Informationen: <http://wwwiti.cs.uni-magdeburg.de/sigma.html> [03.96] /184/

⁷⁰ Vgl. Gates /185/, Houston /186/, <http://www.microsoft.com/research> [04.98]

ger Jahre sind Hypertext-Systeme kommerziell verfügbar, z.B. Tool-Book (1989) oder das Microsoft Windows Help-System.

Mit der Idee des „Executable Content“, zuerst durch die neue Programmiersprache JAVA⁷¹ von SUN propagiert, erhalten Hyper-Media-Anwendungen eine vollkommen neue Dimension. Das Hyperkonzept integriert nicht nur unterschiedliche Medien, sondern auch sehr verschiedene Anwendungen unter einer Oberfläche. Damit wird es möglich, nicht formalisierte Informationen mit formalisierten, computergestützten Aktionen oder Prozeduren zu verbinden und dem Benutzer assoziatives Suchen und Gedankensprünge zu ermöglichen. Während traditionelle Datenbanken definierte Strukturen besitzen, haben Hypertext Datenbanken keine solche regulären Strukturen. Der Benutzer ist frei in der Erforschung und der Erfassung von Information auf unterschiedlichen Wegen /134,136/.

In Büchern ist die Informationsauswahl über das Inhaltsverzeichnis oder ein Sachregister gegeben. Durch Blättern und Suchen oder dem Lesen von Textteilen wird die gewünschte Informationsstelle ausgewählt. In Hyper-Media-Systemen kann der Benutzer durch Tastendruck oder Klicken der Maustaste sehr schnell die gewünschte Informationsseite auswählen und damit in kürzester Zeit verschiedene Informationsangebote ansehen und auf Relevanz prüfen. Die Zeit, die durch eventuelle Orientierungsprobleme im Informationsnetz verloren geht, wird durch die schnelle Bereitstellung von Information zumindest wieder ausgeglichen.

In gedruckten Texten entspricht die logische Struktur dem physikalischen Aufbau des Textes. In Hyper-Media-Anwendungen steht eine vernetzte Informationsumgebung zur Verfügung, die dazu führt, daß durch die möglichen Verzweigungen zu anderen Informationsseiten die logische Struktur des ursprünglichen Textes unterbrochen wird.

Inhaltsverzeichnisse helfen in Büchern die Orientierung zu behalten. Gleichzeitig ist man jedoch auch gezwungen der logischen Argumentationsfolge des Autors zu folgen, damit der Inhalt auch wirklich verstanden wird. Thematisch zusammenhängende Information wird in Abschnitten oder Kapiteln zusammengefaßt. Die meisten traditionellen Texte sind

⁷¹ Vgl. <http://java.sun.com> [5.2.1995]

sowohl logisch als auch physisch linear strukturiert⁷². Sie bauen inhaltlich von Anfang bis Ende aufeinander auf und werden auch in dieser Richtung, also linear gelesen. Jeden Teil des Inhaltes muß hierarchisch eindeutig im Gesamtwerk eingeordnet werden. Ist diese Zuordnung nicht eindeutig möglich, wird mit Hilfe von Verweisen auf weitere logische oder physische Inhaltsstellen verwiesen. Diese Verweise sind mit den Hyperlinks (Kanten) in Hypertext-Systemen vergleichbar. In Hyper-Media-Anwendungen liegen, speziell in großen Informationsnetzen, sehr große Informationsseiten in schwacher oder gar nicht strukturierter Form vor. Hier wird in der Literatur oft auf das Problem „lost-in-hyperspace“ verwiesen /137/.

Hyper-Media-Anwendungen, bzw. Hypertext-Systeme repräsentieren eine Entwicklung die das Verknüpfen von Informationseinheiten (Knoten) mit Hilfe von Verbindungen, semantischer Kanten (Hyperlinks) ermöglichen. Hypertext ist eine Form der Datenrepräsentation und -strukturierung. Mit Knoten wird eine Menge von Daten, die in beliebiger Form dargestellt werden können, bezeichnet. In Hypertext-Systemen enthalten die Informationsknoten diskrete Medien⁷³. Eine Erweiterung von Hypertext-Systemen stellen Hyper-Media-Systeme dar. Die Unterscheidung wird meist aufgrund des Einsatzes von diskreten und kontinuierlichen Medien⁷⁴ in einem Informationsknoten und deren mehrdimensionalen Verknüpfung vorgenommen.

Das Grundkonzept der semantischen Kanten zwischen Informationseinheiten, erlaubt ein sprunghaftes Lesen und Aufnehmen von Information und führt letztendlich zu nichtlinearen Informationsnetzen. Die semantischen Kanten bilden das Netzwerk zwischen den Knoten des Systems und unterstützen damit die Überwindung der hierarchischen Struktur von gedruckten Texten. Jeder Knoten ist ein eigenständiges Objekt. Durch die Kanten entstehen Verknüpfungen zu anderen Knoten. Über diese Verknüpfungen kann folglich zwischen den Objekten Kommunikation stattfinden.

Mit den Neuentwicklungen der Sprachen und Systeme des Internet lassen sich externe Daten und Funktionen einbinden, mit denen über die Kanten kommuniziert werden kann.

⁷² Ausnahmen bilden die Nachschlagewerke, diese dienen einer gezielten Suche nach Informationen. Logisch bestehen diese Werke aus einzelnen unabhängigen Einträgen, die durch Querverweise oder Referenzen miteinander verbunden sind. Nachschlagewerke werden in einer sprunghaften, nicht linearen Weise benutzt.

⁷³ Unter diskreten Medien werden Texte, Einzelbilder oder Zeichnungen verstanden.

⁷⁴ Unter kontinuierlichen Medien sind Video, Computer-Animationen oder Klangfolgen zu verstehen.

Diese Technik erweitert Hyper-Media um die Anwendungsmöglichkeiten objektorientierter Sprachen. Die Idee des „Executable Content“ hat ihr Potential darin, daß nun neben lesbaren, hörbaren oder betrachtbaren Inhalten, auch Anwendungsfunktionalität per Mausklick vom Server geladen und auf dem Client aufgeführt werden kann.

Entsprechend den vorangegangenen Ausführungen wird angenommen, daß auch menschliches Wissen im Gehirn in komplexen Netzwerkstrukturen gespeichert wird. Gleichzeitig wird angenommen, daß die Mehrzahl der in den Unternehmen zu nutzenden Informationen im Gesamtkontext der Informationsnutzung ebenfalls komplizierte Beziehungen repräsentieren, auf materieller Ebene jedoch linear strukturiert vorliegen. Das bedeutet, daß bei jeder herkömmlichen Informationserstellung die Notwendigkeit der Linearisierung durch Wissensträger und bei jeder Informationsnutzung eine De-Linearisierung durch den Benutzer erfolgen muß. Dies stellt einen Zwang dar, der durch die Struktureigenschaften des verwendeten Mediums verursacht wird und der für die Kommunikation von Wissen nachteilig ist.

Im Vordergrund steht jedoch immer die assoziative Arbeitsweise des Gehirns. In dem Augenblick, in dem wir etwas lesen, hören oder betrachten, entstehen Assoziationen zu anderen Informationen, die mit dem aktuellen Thema verbunden sind. Wichtig ist dabei, daß alle Aktivitäten und alle Assoziationen vom Benutzer des Systems ausgehen. Jeder Benutzer kann vollkommen andere Assoziationen bei und zu bestimmten Informationen haben, d.h. die Sprünge der Benutzer im System sind nur zu einem ganz geringen Teil vorhersehbar.

Dieser Fähigkeit unterscheiden sich Hypertext-Systeme von Datenbanksystemen, denn in einer Datenbank wird keinem Benutzer ein „willkürlicher“ Sprung zu einer weiteren Information ermöglicht, die er gerade mit der aktuellen Information assoziiert. Hyper-Media-Anwendungen ermöglichen, logische und physische Strukturen von Informationen optimal zu verbinden. Die Querverweise, die vielfältigen semantischen Zusammenhänge einzelner Informationen, können vom Benutzer direkt computergestützt nachvollzogen werden. Dies bietet den Vorteil, daß Informationen entsprechend ihrer inhaltlichen Struktur, die nur in den wenigsten Fällen linear sein wird, gespeichert und abgerufen werden können.

Hyper-Media-Anwendungen bieten wesentliche Vorteile:

- Die Bereitstellung und Verarbeitung von Informationen, die nur geringe oder gar keine formalen Strukturen aufweisen, anhand derer sie geordnet und wiedergefunden werden können.
- Die informellen, kontextabhängigen Speicher- und Abrufmechanismen sind intuitiv erfassbar und machen hyperbasierte Anwendungen für Endanwender mit geringen Computerkenntnissen schnell nutzbar.
- Vorhandene Wissensnetze können individuellen Benutzeranforderungen und unterschiedlichen mentalen Modellen angepaßt oder um neue Erkenntnisse erweitert werden. Ein semantisches Netz läßt sich jederzeit erweitern und anpassen, ohne die Gefahr logische Strukturen zu verfälschen, wie dies bei hierarchisch gegliederten Informationen der Fall sein kann.
- Autonomie des Benutzers, d.h. individuelle Steuerbarkeit aller Systemkomponenten durch den Benutzer.

Diesen Vorteilen stehen natürlich auch Nachteile gegenüber:

- Die Strukturierung des Informationsangebotes erfolgt nur im Hypertext selbst.
- Die Navigation wird ausschließlich durch Hyperlinks erreicht.
- Benutzer von Hyper-Media-Systemen bewegen sich durch das Aktivieren von Hyperlinks im Dokument, was eine außerordentlich dynamische Mensch-Maschine-Interaktion bedeutet. Die Dynamik heutiger Systeme ist so ausgeprägt, daß dies zu einer Desorientierung im Hyperraum⁷⁵ führen kann.
- Das Verfolgen der Hyperlinks besitzt einen assoziativen, aber keinen strukturellen Charakter⁷⁶.
- Das Wiederfinden von Dokumenten über Suchwege ist nicht reproduzierbar.

Diese Aspekte sind bei der Konzeption eines Informationssystems für dezentrale Strukturen von besonderer Bedeutung. Akzeptiert man, daß das Wissen⁷⁷ vieler Mitarbeiter in einem hypermedialen Informationssystem eingespeichert ist, dann kann dieses Wissen von unterschiedlichen Mitarbeitern aus unterschiedlichen Gründen abgefragt werden.

⁷⁵ Diese Desorientierung wird auch als „Lost-in-Hyperspace-Syndrom“ bezeichnet.

⁷⁶ Diese Problematik hängt einerseits mit der Benutzerschnittstelle als auch mit zu exzessivem Gebrauch der Vernetzungsmöglichkeiten zusammen. Bereits bei Hyper-Media-Dokumenten mit einigen hundert Informationseinheiten reicht der navigierende Zugriff über die Kanten nicht mehr aus. Anfragemöglichkeiten nach inhaltlichen Gesichtspunkten, nach strukturellen und darstellungsorientierten Aspekten müssen ermöglicht werden, damit Informationseinheiten oder eine Teilmenge davon direkt anwählbar werden.

⁷⁷ Wissen wird hier im Sinne von repräsentiertem Wissen verwendet.

5 Zusammenfassung der Defizite bestehender Systeme

Die zunehmende Informationsintensität bei der Entwicklung, Herstellung und dem weltweiten Vertrieb von Produkten und damit zusammenhängender Dienstleistung, erfordert eine strukturierte Vorhaltung erheblicher Mengen relevanter Unternehmensdaten. Dies läßt sich am Beispiel einer „prozeßorientierten Serienfertigung“ besonders gut verdeutlichen. Beim Betrieb genehmigungspflichtiger Anlagen mit einem hohen Risikopotential für Mensch und Umwelt, kann aufgrund der weitläufigen und komplizierten Anlagentechnik ein und derselbe Informationsbedarf an mehreren Orten gleichzeitig auftreten. Diese Informationsbedürfnisse müssen unterstützt werden. Es ergeben sich zwangsläufig Verlagerungen von Entscheidungskompetenzen an den Ort des Geschehens und damit die Notwendigkeit einer dezentralen Wissensnutzung kollektiver Informationsbestände. Die Integration verschiedener Wissensbereiche in eine gemeinsame Wissensbasis und deren dynamische Bereitstellung ist folglich eine primäre Anforderung an entscheidungsunterstützende Informationssysteme.

Dies bedeutet, daß Informationen leicht auffindbar sein müssen und innerhalb des Informationsangebotes ein einfaches und eindeutiges Navigieren ermöglicht werden muß. Gleichzeitig wird eine kooperative, durch anwendungsspezifische geprägte Wissensverarbeitung, auf der Basis physisch und logisch verteilter Daten und Anwendungen, bei zumindest partieller Autonomie der einzubeziehenden Systeme erwartet. Dies wiederum bedeutet, daß neben optimierten Navigationsmechanismen zur gezielten und schnellen Gewinnung von Informationen, insbesondere die Prozeßintegration der vorhandenen Werkzeug- und Systeme in einer Benutzerumgebung anzustreben ist.

Die derzeitigen Ansätze zur Lösung der Informationsproblematik konzentrieren sich entweder auf die Entscheidungsunterstützung der Managementebene oder beschränken sich auf bestimmte Aufgaben der stücklistenorientierten Produktion [21]. Lösungen versprechen sog. Groupware Systeme und Data Warehouses. Groupware eignet sich um gut strukturierte, sich häufig wiederholende Aufgaben zu lösen. Sie besitzen jedoch wenig Flexibilität, sind im wesentlichen passiv und daran ausgerichtet, eine möglichst hohe Effizienz zu gewährleisten [77,91]. In einem Data Warehouse werden unternehmensspezifische, vergangenheitsorientierte und somit statische Daten gehalten, die aus unterschiedlichen Quellen integriert wurden. Ein Data Warehouse umfaßt Server-

komponenten einer Systemlösung, die für die unternehmensweite Datenversorgung der Front-End-Systeme zur Managementunterstützung zuständig sind. Teilweise sind Executive Information System (EIS), Decision Support System (DSS) oder On-line analytical processing (OLAP)⁷⁸ Tools integriert, welche eine Analyse, Auswertung und Präsentation der Daten ermöglichen.

Die verfügbaren Konzepte und Systeme⁷⁹ streben eine Integration der verteilten Daten an, wobei sich die Integration meist auf die Produktdaten beschränkt. Prozeßinformationen werden bestenfalls über die Verwaltung von Arbeitsplänen oder Prozeßkosten berücksichtigt. Die derzeit existierenden Informationssysteme können keine umfassenden Informationen über technologische oder logistische Prozesse und Verfahrensabläufe bereitstellen. Bei sog. „Data Dictionary“ wie „Information Resources Dictionary System“ (IRDS) als Standardarchitektur der ISO /116/, ist die Einschränkung auf Datenbanken mit entsprechenden Datenmodellen nachteilig; Datenbestände in proprietären Systemen, File-Systeme, CAD-Datenbestände oder konventionelle Datenbestände können nicht integriert werden.

Ebenso mangelhaft oder isoliert werden Informationen über umweltrelevante Zusammenhänge, Auflagen und Vorschriften genehmigungspflichtiger Anlagen oder Fragen der Arbeits- und Anlagensicherheit behandelt. Die Dominanz der Betreiberverantwortung wird ebenfalls deutlich, wenn man berücksichtigt, daß beim Betrieb genehmigungspflichtiger Anlagen ca. 20.000 Gesetze, Vorschriften und Verordnungen zu beachten sind. Dabei sind inzwischen alleine ca. 8.000 Gesetze und Verordnungen im Bereich der Umweltbeeinflussung relevant /155,156/. Die Bedürfnisse der prozeßorientierten Serienfertigung werden mit solchen Informationssystemen jedoch nur unzureichend befriedigt /28,29,30/; denn Prozeßleitsysteme enthalten Daten über die Laufzeitparameter von Anlagen, Materialbewirtschaftungssysteme führen die Grundstoffe, Betriebliche Umweltinformationssysteme beschreiben Gefahrstoffe, Katasterpläne oder Emissionen und Lagerinformationssysteme

⁷⁸ OLAP beschreibt eine Softwaretechnologie, die Managern einen schnellen, interaktiven und vielfältigen Zugriff auf relevante und konsistente Informationen ermöglicht und bietet dynamische, multidimensionale Analysen auf konsolidierten Unternehmensdatenbeständen.

⁷⁹ Es sind verschiedene Systeme zur integrierten Datenhaltung erarbeitet worden, z.B. Product Data Management System (PDMS) oder Arbeitsplan-, Experten-, Umweltinformations-, Qualitäts- und Kostenrechnungssysteme /31,32,33,34,35,36,37,38,39,40/.

informieren über die Einsatzstoffe, Zwischen- und Endprodukte. Eine wirkliche Integration kann über keines dieser Systeme erreicht werden.

Besondere Defizite werden bei der Qualität von Entscheidungen in dezentralen Strukturen deutlich, da diese neben der Qualität der verfügbaren Daten und Informationen vor allem von dem Zeitpunkt der Entscheidungsfindung bestimmt wird. Der Aspekt der zeitlichen Abhängigkeit der Informationsbereitstellung in operativen Bereichen der prozeßorientierten Industrie wird durch die vorab genannten Systeme nicht unterstützt. Denn in solchen betrieblichen Entscheidungssituationen müssen in der Regel Informationen aus unterschiedlichen Wissensgebieten in einen Gesamtkontext gestellt werden können.⁸⁰

Hypertext-, bzw. Hyper-Media-Systeme bieten mit zugehörigen Suchmaschinen und persönlichen Agenten inzwischen die Möglichkeiten große Informationsangebote zu durchsuchen. Die Navigation innerhalb des Informationsangebotes wird ausschließlich durch Hyperlinks erreicht. Die Strukturierung des Informationsangebotes erfolgt nur im Hypertext selbst. Die Benutzer von Hyper-Media-Systemen bewegen sich durch das Aktivieren von Hyperlinks im Dokument, was eine außerordentlich dynamische Mensch-Maschine-Interaktion bedeutet. Die Dynamik heutiger Systeme ist so ausgeprägt, daß dies zu einer Desorientierung im Hyperraum⁸¹ führen kann. Das Verfolgen der Hyperlinks besitzt einen assoziativen, aber keinen strukturellen Charakter⁸² und ist damit für eine schnelle, bedarfsgerechte Informationsbereitstellung in operativen Unternehmenseinheiten nicht geeignet. Die Lokalisierung von Informationen mit Hilfe des Uniform Resource Locators (URL) ermöglicht zwar eine eindeutige Identifikation, erlaubt jedoch keine Strukturierung des Informationsangebotes. Ein weiteres Defizit ergibt sich dadurch, daß mit den URLs keine Kohärenzfelder aufgebaut werden können, da keine semantische Zusatzinformationen oder Strukturparameter enthalten sind.

⁸⁰ Beispiel: Wird beim Betrieb einer Papiermaschine eine Leckage einer Pumpe konstatiert, benötigt der Anlagenbediener in einer solchen Situation innerhalb kürzester Zeit u.a. Informationen über Gefahrstoffe, Maßnahmen zur Arbeits- und Anlagensicherheit oder Umweltschutzmaßnahmen. Wer und wie muß in einem solchen „Störfall“ informiert werden? Kann die Pumpe sofort außer Betrieb gesetzt werden? Zusätzlich müssen sowohl statische Informationen, z.B. Grenzwerte, als auch dynamische Informationen, z.B. aktuelle Temperaturen eines Kessels oder Fördermengen, verfügbar gemacht werden.

⁸¹ Diese Desorientierung wird auch als „Lost-in-Hyperspace-Syndrom“ bezeichnet.

⁸² Diese Problematik hängt einerseits mit der Benutzerschnittstelle als auch mit zu exzessivem Gebrauch der Vernetzungsmöglichkeiten zusammen. Bereits bei Hyper-Media-Dokumenten mit einigen hundert Informationseinheiten reicht der navigierende Zugriff über die Kanten nicht mehr aus. Anfragemöglichkeiten nach inhaltlichen Gesichtspunkten, nach strukturellen und darstellungsorientierten Aspekten müssen ermöglicht werden, damit Informationseinheiten oder eine Teilmenge davon direkt anwählbar werden.

Aufgrund der sich ständig verändernden Umweltbedingungen, müssen Unternehmen individuelles Wissen möglichst ohne Verzögerung in kollektives Wissen überführen und gleichzeitig das gespeicherte Wissen qualitativ und quantitativ an die neuen Bedingungen anpassen können. Diese Anpassungen sind gerade bei genehmigungspflichtigen Anlagen aufwendig und schwierig, da das Wissen oft aufgabenspezifisch, als individuelles Wissen, gepflegt wird. Die Wissenserarbeitung in einem Unternehmen ist ein stetiger Prozeß, an dessen Beginn die Erfassung, Sammlung und Bewertung von Signalen und Daten steht. Aus diesen Daten müssen Strukturen und Zusammenhänge gebildet werden, deren Resultate einen Informationspool darstellen. Die Summe des persönlichen Wissens der Mitarbeiter kann jedoch nicht einfach mit organisatorischem Wissen gleichgesetzt werden; es muß zunächst mit Hilfe geeigneter Strukturen und Methoden in organisatorisches Wissen überführt werden.

Eine Integration und Strukturbildung dieser Wissens-, Daten- und Informationsbestände wird mit den derzeit verfügbaren Methoden und Systeme nicht unterstützt. Allenfalls werden spezifische Aspekte in Einzelsystemen oder produktspezifische Aspekte in Produktdaten-Managementsystemen verwaltet. Die gegenwärtigen Information-Push Konzepte sind für die prozeßorientierte Serienfertigung ungeeignet und müssen durch ein Konzept des Information-Pull ersetzt werden; d.h. alle Mitarbeiter müssen sich in einem gemeinsamen Informationsnetzwerk die benötigten Informationen selbständig beschaffen können.

6 Team-Informationssystem

Im Kapitel *Problemstellung* wurde aufgezeigt, daß die Bewältigung von Informationsflut eine derzeit schon existierende und zukünftig in hohem Maße zutreffende Herausforderung darstellt. Gleichmaßen wird jedoch beim Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien bemängelt, daß für eine effiziente Bewältigung von Aufgaben Informationen fehlen. Es zeigte sich, daß auch zu wenige Informationen (Informationsarmut) zum Problem beim Einsatz von Informationstechnologien werden können. Bestehende Methoden und Systeme offenbaren bei einer integrierten Bereitstellung strukturierter Unternehmensdaten Defizite.

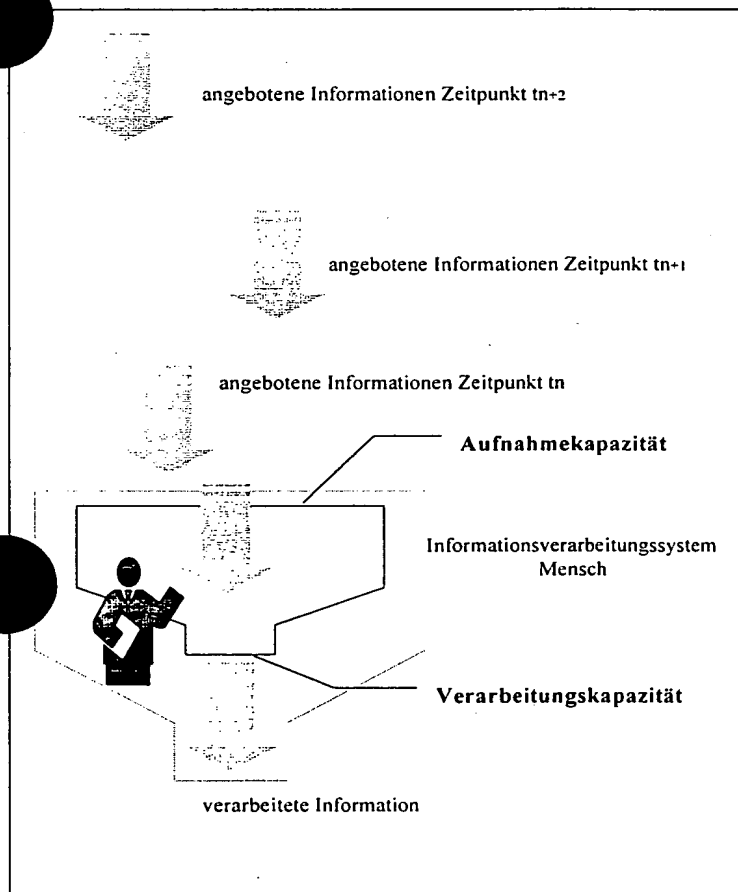


Abbildung 5: Empfundene Informationsarmut aufgrund reduzierter Informationsweitergabe in synchronen Funktionsketten.

Bei synchronen Funktionsketten wird die zur Verfügung stehende Informationsmenge nach dem Push-Prinzip weitergegeben und dahingehend reduziert, daß nur auf die Informationen fokussiert wird, die in einem Augenblick zur Aufgabenbearbeitung jeweils erforderlich erscheinen. Da Informationen in der Regel nicht gespeichert werden, werden nur die im Augenblick erzeugten und vermittelten Informationen als relevant betrachtet. Dies bedeutet jedoch, daß nur ein Ausschnitt relevanter Informationen in die menschliche Verarbeitungskette eingelastet wird. Die aufgenommene Information ist

dabei in der Regel viel geringer als zumindest subjektiv erwartet, was dann von den Benutzern derartiger Systeme als Informationsarmut empfunden wird (siehe Abbildung 5).

Müssen jedoch Informationen in asynchronen Arbeitsfolgen verarbeitet werden, existieren Informationsspeicher im Sinne eines Puffers. In diesen Puffer laufen zunächst die Informationen ein und müssen danach durch einen Benutzer abgearbeitet werden. Dabei wird ein „kognitiver“ Filter des Menschen wirksam, der aufgrund von Kontextinformationen (z.B. Absender, Datum) entscheidet, welche Informationen verworfen oder verarbeitet werden. Dieser „kognitive“ Filter wird von der aktuellen Verarbeitungskapazität, der Umfeldsituation des Menschen und den allgemeinen strategischen Rahmenbedingungen gesteuert. In einen solchen Puffer können in kurzer Zeit so viele Informationen einlaufen, daß damit die Verarbeitungskapazität⁸³ des Menschen überlastet wird. In diesem Fall führt die Informationsmenge zu der in Abbildung 6 skizzierten Informationsüberlastung.

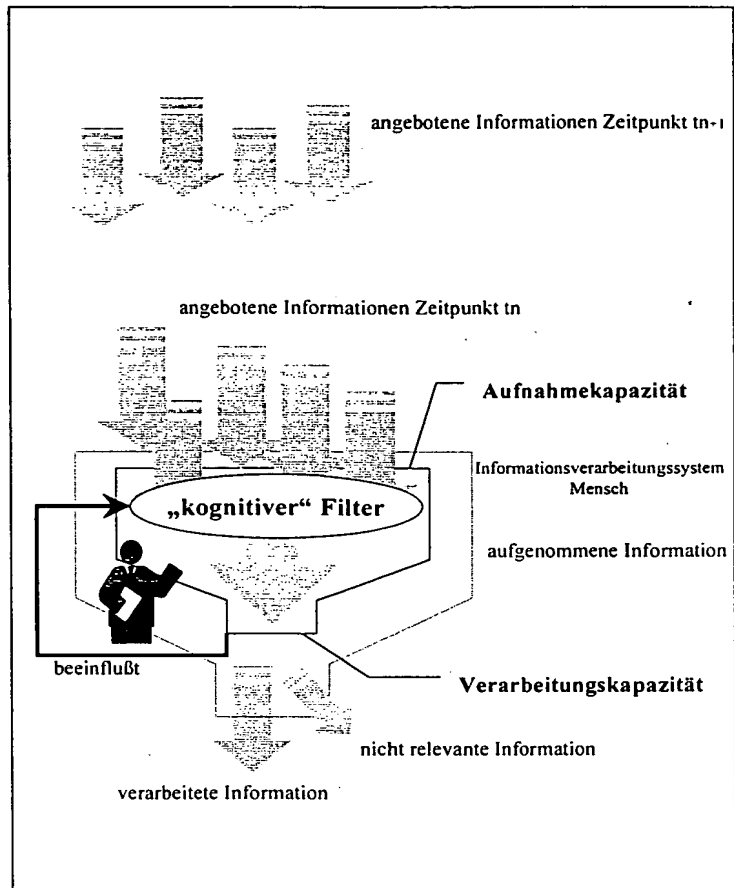


Abbildung 6: Informationsüberlastung aufgrund gepufferter Informationsmengen in asynchronen Informationsketten.

Diese Situationen erscheinen zunächst paradox. Einerseits wird die Fülle an Information als belastend empfunden und andererseits werden eher zu wenig Informationen der menschlichen Informationsverarbeitung angeboten. Das Paradoxon löst sich auf, da zwei unterschiedliche Aspekte, einerseits die Aufnahmekapazität und andererseits die Verarbeitungskapazität, der menschlichen Informationsverarbeitung betrachtet werden. Insgesamt stellt sich die Frage, wie eine zur Ausführung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens notwendige adäquate Informationsversorgung realisiert werden kann. Die

⁸³ Zur Definition der menschlichen Informationsverarbeitung sei beispielhaft auf Arbeiten von Frank /179/ verwiesen.

dynamische Entwicklung und der Gebrauch von Informationen in den Unternehmensprozessen, sowie die Beziehungen zwischen verschiedenen Informationen und deren Änderungshäufigkeit muß systemtechnisch erfaßt und effizient für die Anwender bereitgestellt werden. Eine effiziente Bereitstellung von Informationen in dezentralen Strukturen bedeutet:

- die strukturierte Vorhaltung relevanter Unternehmensdaten,
- die Visualisierung von Informationen,
- die bedarfsgerechte Aktualisierung von Informationen,
- die Integration der dazu notwendigen Methodenaufrufe, und
- eine Informationsversorgung nach dem Pull-Prinzip.

SHANNON entwarf in seinem Aufsatz "The mathematical theory of communication" (1948) ein theoretisches Modell der technischen Kommunikation, das seinen Einfluß bis hin zur psychologischen Vorstellung der Humankommunikation haben sollte. Er faßte das Kommunikationsproblem streng nachrichtentechnisch auf, nämlich als "das Problem, die an einem Ort vorliegende Nachricht an einem andern Ort exakt zu reproduzieren" /174/. WEAVER baute das Modell von SHANNON dahingehend aus, daß er darauf aufmerksam machte, daß die korrekte Übermittlung der Nachricht vom Sender zum Empfänger nur ein Teilproblem des Kommunikationsprozesses darstelle. In mindestens ebenso hohem Maße hänge das Gelingen des kommunikativen Austausches davon ab, ob der Empfänger das bei ihm eingegangene Signal richtig interpretiert und, ob es die vom Sender intendierte Reaktion auslöst. Er unterschied zwischen drei Ebenen:

- a) das technische Problem, wie genau ein Zeichen übermittelt werden kann,
- b) das semantische Problem, wie exakt das Zeichen die gewünschte Bedeutung befördert, und
- c) das Wirkungsproblem, wie effektiv die empfangene Bedeutung die Reaktion in gewünschter Weise auslöst.

In technischen Systemen wird der Zeichensatz, wie auch die semantische Zuordnungsregel für die Encodierung und Dekodierung der verschiedenen Signale, vom Entwickler selbst festgelegt. Insofern stellt sich das Problem der semantischen Bedeutung korrekt transferierter Signale überhaupt nur bei technischen Funktionsstörungen.

WEAVER machte auch darauf aufmerksam, daß die SHANNONSCHEN Theorie nicht nur ein Instrumentarium für die Darstellung der technischen Kommunikation sei. Er geht davon

aus, daß sie auch geeignet sei, die Grundlage für eine allgemeine Theorie der Kommunikation, einschließlich der Humankommunikation, abzugeben.

Allerdings gibt es im Vergleich der technischen Kommunikation mit der Humankommunikation einige ganz entscheidende Unterschiede. NAUTA betrachtet im Gegensatz zu Shannon, das informationsempfangende, -verarbeitende und -aussendende System als ganzes. Er geht davon aus, daß die Zeichen eines Informationsträgers einen geordneten Aufbau (Syntax) besitzen, eine Bedeutung für das Individuum (Semantik) haben, damit der innere Zustand des Systems sich ändert, und daß die pragmatische Komponente eine entsprechende Stimulans zur Erzeugung und Weiterleitung eines entsprechenden Verhaltensmusters erfährt. Die Übertragung des Signals spielt in der Humankommunikation nur eine untergeordnete Rolle. Die fehlerlose Übertragung der Zeichen garantiert aber in der Humankommunikation noch keineswegs, daß das Geschehen auf der semantischen Ebene in vorhersagbaren Bahnen verläuft und das Wirkungsproblem gelöst wurde. Ein wichtiger Grund dafür ist, daß die semantischen Übersetzungsregeln von Mensch zu Mensch in beträchtlichem Umfang variieren können, ohne daß dies den an der Kommunikation Beteiligten unbedingt bewußt werden muß. In der Humankommunikation kann man deshalb nicht davon ausgehen, daß die erfolgreiche Übermittlung einer Nachricht die gewünschten Verhaltensprozesse in Gang setzt.

Visuelle Kommunikation, von AICHER als „bildliche Mitteilung in einem kommunikativen Prozeß“ bezeichnet, ermöglicht eine wesentliche Ausweitung der Übermittlungsgrenzen der Sprache /157/. Visuelle Systeme lassen sich zunächst in Bilder und graphische Systeme unterteilen, wobei graphische Systeme eine weitere Unterteilung in Diagramme, Netze, Karten und Symbole erfahren können.

BERTIN formulierte drei wesentliche Funktionen graphischer Systeme:

- Informations-Registrierung, zur Entlastung des Speichervermögens des Gedächtnisses durch Schaffung eines künstlichen Speichers.
- Informations-Vermittlung, durch speicherbare graphische Bilder die als Informationen leichter im Gedächtnis eingepreßt werden können.
- Informations-Weiterverarbeitung, durch sachgerechte Vereinfachungen, ohne Verfälschungen der Informationen.⁸⁴

⁸⁴ Vgl. Bertin /158, S.10 ff/

Diese Funktionen müssen in Teilschritten erfüllt werden, damit individuell vorhandenes Wissen zu kollektiv nutzbaren kognitiven Bildern und Karten transformiert werden kann. Das menschliche Wissen ist im Gehirn wie in einem komplexen, mehrdimensionalen Netzwerk gespeichert. Kommunikation von Wissen ist zunächst als Prozeß des Austausches von Informationen, die mit zusätzlichen Strukturen versehen sind, zu verstehen. Weiterhin ist festzustellen, daß Kommunikation von Wissen in jedem Fall an ein bestimmtes Medium gebunden ist. Als klassische Medien können Sprache und geschriebene Dokumente angesehen werden, wobei bei Texten verknüpfte Wissensstrukturen durch den Autor in eine lineare Abfolge gebracht wurden.

Die Aufnahme von Wissen ist immer auch mit Integrationsprozessen verbunden, was wiederum zum Aufbau neuer Wissensstrukturen führen kann. In jedem Fall muß das lineare Dokument dekodiert und wieder entlinearisiert werden. Nur dann können die in Dokumenten enthaltenen Wissens Elemente in eigene, individuelle Repräsentation integriert werden.

Aufgrund der vorangegangenen Ausführungen wird deshalb postuliert, daß die gemeinsame Nutzung von Informationen und Wissen eine materielle Ebene mit einer Grundmenge von Gemeinsamkeiten benötigt. Abbildung 7 stellt die Übermittlung von Informationen aus der mentalen Ebene eines Senders über ein materielles, lineares Dokument in die mentale Ebene der Wahrnehmung und Interpretation eines Empfängers dar.

Wissensgehalte werden aus verschiedenen Knoten⁸⁵ heraus über die sie verbindenden Kanten⁸⁶ aktiviert. Der Sender muß bei einer Wissenskommunikation die Menge seiner assoziierten Knoten so in linearisierter Form beschreiben, daß der Empfänger daraus wieder eine dem Sender entsprechende mehrdimensionale Wissensstruktur aufbauen kann. Dazu ist es notwendig, die vorhandenen Gemeinsamkeiten zwischen den Kommunikationspartnern zu verdeutlichen, damit mehrdimensionale Komplexe in eindimensionaler Form abgebildet und interpretiert werden können.

⁸⁵ Knoten stellen Informationseinheiten mit einer Menge von Daten und Informationen dar.

⁸⁶ Kanten verbinden Informationseinheiten. Sie ermöglichen den Aufbau von vernetzten, nichtlinearen Informationsstrukturen.

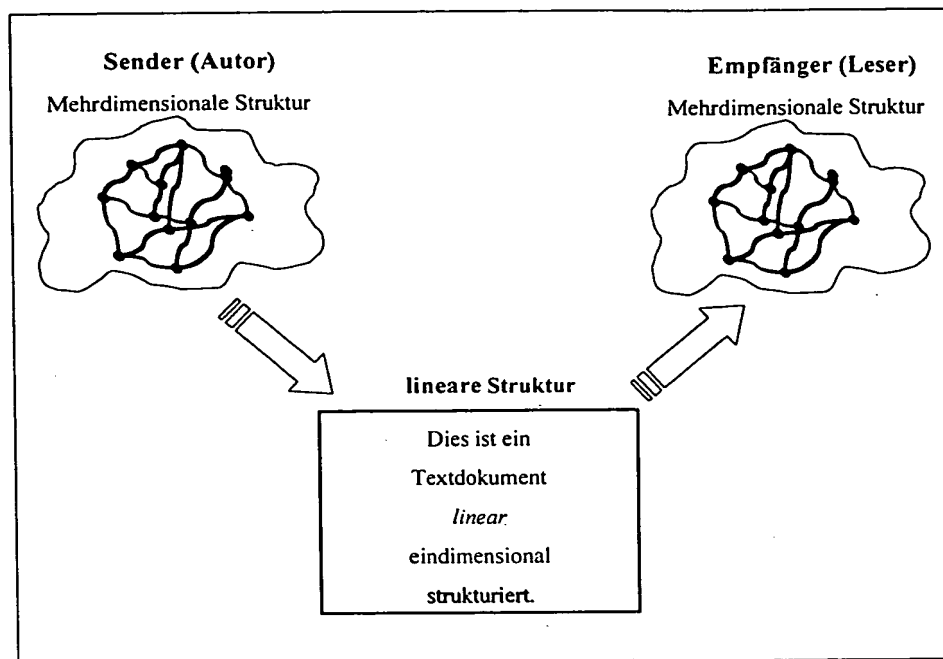


Abbildung 7: Transformation einer mehrdimensionalen mentalen Struktur eines Senders über einen linearen Informationsträger in eine mehrdimensionale Struktur eines Informationsempfängers⁸⁷

McLUHAN schreibt hierzu sinngemäß:

„Ziel des Senders ist es, eine Veränderung im „Vorstellungsbild“ des Empfängers hervorzurufen /160/.

Dazu müssen die auf der mental-kognitiven Ebene der Informationsbesitzer vorhandene Wissensbestände zunächst in materieller Form dargestellt werden. In einem zweiten Schritt sind diese Informationen zu interpretieren, indem die Hintergründe und Ziele transparent gemacht und aus unterschiedlichen Perspektiven gedeutet werden. In einem dritten Teilschritt ist das Wissen zu relativieren. Hierzu müssen markante Zusammenhänge gekennzeichnet und die Bedeutung der einzelnen Informationen relativiert werden. Wichtiges und weniger wichtiges sollte leicht unterschieden werden können. Zusammenhänge und Abhängigkeiten müssen visualisiert sein. Abbildung 8 verdeutlicht die Abhängigkeit einer aktiven Wissenskommunikation von der Modellierung der „Gemeinsamkeiten“.

⁸⁷ Vgl. Streitz /159/, S. 14-17

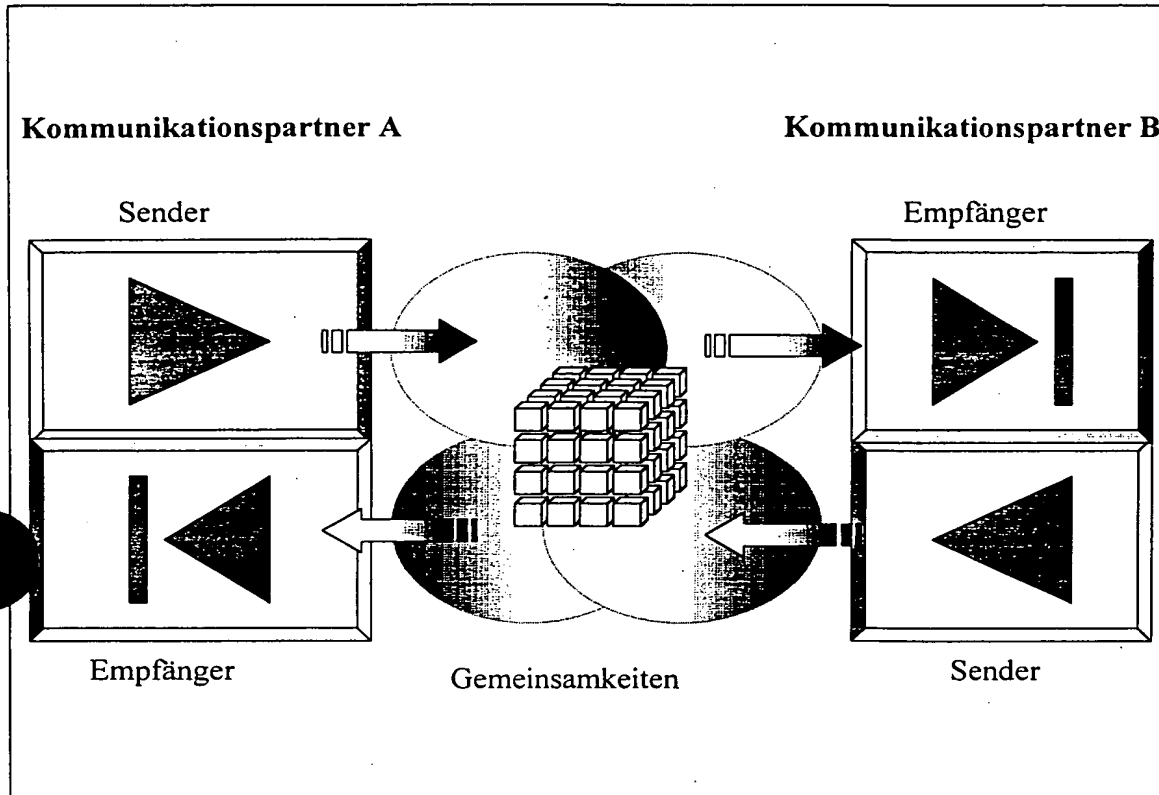


Abbildung 8: Abhängigkeit der Kommunikation von der Modellierung von „Gemeinsamkeiten“.

NONAKA empfiehlt den Einsatz von Sprachbildern, Symbolen, Analogien und Metaphern /161/. Unter Sprachbildern werden bildhafte Sprachformen verstanden, die kommunikative Möglichkeiten erweitern können. Sie regen zu kreativem Denken an, unterliegen aber den gleichen Problemen wie die Sprache selbst. NAKA symbolisiert diese Zusammenhänge mit Richtungsänderungen durch Filter. Nur wenn der Empfänger einen entsprechenden Filter mit der notwendigen Richtungsänderung besitzt, wird die übermittelte Information auch verstanden.

6.1 Ansatz: „Kollektiver Informationsraum“⁸⁸

Für den erfolgreichen Einsatz von Hyper-Media-Systemen in einem technischen Umfeld muß der jeweilige besondere Kontext einer Anwendung Berücksichtigung finden. Im Kapitel Problemstellung wurden die spezifischen Bedingungen einer prozeßorientierten Serienfertigung aufgezeigt. Eine wirksame Teamunterstützung erfordert demnach:

- leistungsfähige Navigationsmechanismen und
- eine spezifische Prozeßintegration mit Hilfe von Methoden.

Diese Forderungen werden durch die verfügbaren Hyper-Media-Systeme nicht genügend erfüllt. Navigationsmechanismen für Hyper-Media-Systeme müssen kreative Mitnahmeeffekte, die zur Lösung einer Aufgabe⁸⁹ beitragen, zulassen. Sie sollten jedoch gleichzeitig einem u.U. auftretenden kontraproduktiven Überraschungseffekt⁹⁰ entgegenwirken. Werden in einem Hyper-Media-System einige tausend Dokumente verknüpft, treten üblicherweise größere Kohärenzfelder auf, die das eigentliche *Informationsobjekt* beim Browsen⁹¹ verdecken könnten. Diese offenbar Hyper-Media-System immanente Überraschungseffekte⁹² sollten jedoch nicht gänzlich unterbunden werden, da damit auch der Verlust von „kreativem Chaos“⁹³ verbunden wäre. In der Literatur wird vorgeschlagen, die Orientierungsteile von den im engeren Sinne informativen Teilen zu trennen /162, S.37/. Das bedeutet jedoch nicht, daß sich Navigation nur auf die informativen Teile bezieht.

Wie in den vorhergehenden Ausführungen aufgezeigt wurde, benötigt die Kommunikation zwischen Menschen ein materielles Medium zur Transformation, das mit Hilfe der Modellierung von Gemeinsamkeiten, geeigneten Strukturinformationen und intuitiven

⁸⁸ Unter Informationen werden wie vorab erläutert interpretierte Daten, bzw. vor-interpretierte Daten verstanden.

⁸⁹ Es ist beispielsweise sehr sinnvoll, vorbeugende Wartungsarbeiten durchzuführen, wenn bei Einstellung der Schabemesser sowieso entsprechende Vorarbeiten durchgeführt werden.

⁹⁰ Ein Überangebot an Information kann zur Desorientierung und Ablenkung von der anfänglichen Intention führen.

⁹¹ Browsen: Möglichkeit der Aufnahme von Information während der Suche nach einer bestimmten Information. Browsing ermöglicht kreative Mitnahmeeffekte.

⁹² Auch als Serendipity-Effekt bezeichnet. Dieser Effekt kann beim Browsen auftreten, wobei der Mitnahmeeffekt so stark werden kann, daß das ursprüngliche Ziel aus dem Auge verloren wird.

Navigationsmechanismen eine zielgerichtete Kommunikation ermöglicht. Zur Erfüllung dieser Forderungen wird die Konzeption eines „*kollektiven Informationsraumes*“ postuliert. Ausgehend von den mentalen Ebenen der Individuen und ihrem spezifischen Wissen, werden durch einen *kollektiven Informationsraum* auf materieller Ebene, interpretierbare kognitive Bilder, die eine kollektive Wissens- und Informationsbasis ermöglichen in strukturierter Form repräsentiert. Der hier beschriebene Ansatz basiert auf dem Konzept der Semantischen Netze⁹⁴ und den zuvor erläuterten Informationstheorien von Shannon, Weaver und Nauta.

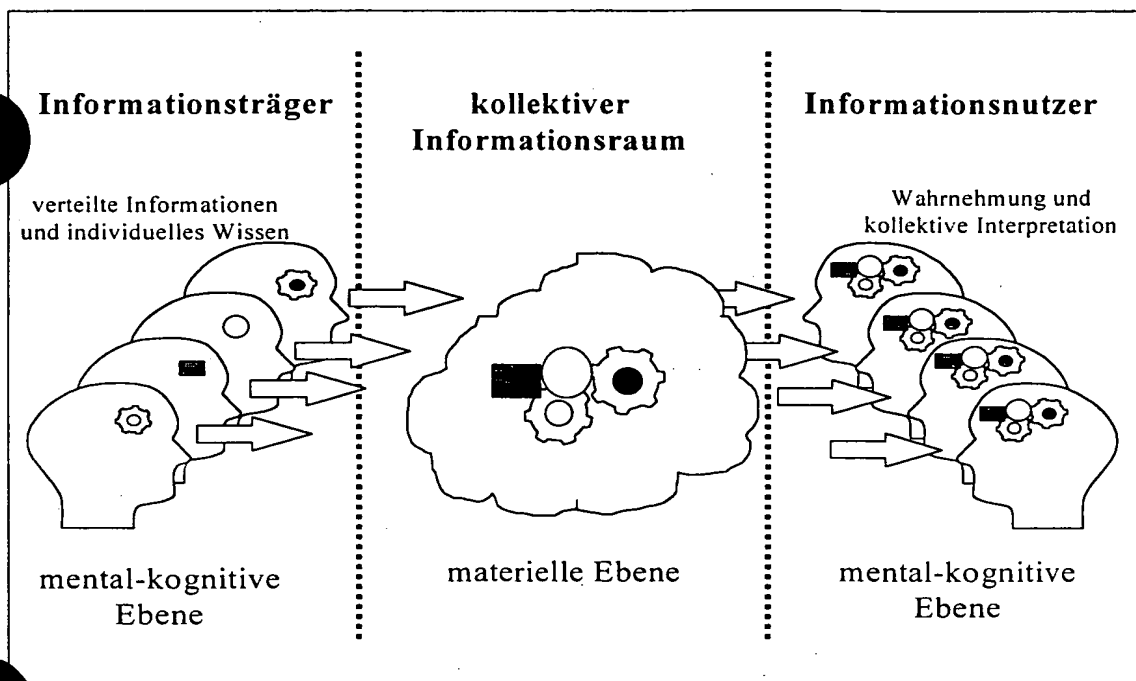


Abbildung 9: Transformation individuelles Wissen in eine materielle Ebene und daraus resultierende kollektive Interpretation von Informationen.

Die Transformation und Verteilung von individuellem Wissen in organisatorisches Wissen mit Hilfe des *kollektiven Informationsraumes* verdeutlicht Abbildung 9. Auf der mental-kognitiven Ebene der Informationsquelle wird mit Hilfe vereinbarter und allgemein zu-

⁹³ Bernstein beschreibt Desorientierung generell zwar als ein unerwünschtes Phänomen. Betont aber gleichzeitig, daß es durchaus Anwendungssituationen gibt, in denen Orientierungsverlust bei spontanem „Browsing“ durchaus akzeptabel oder sogar erwünscht sei /162, S.35/

⁹⁴ In der Tradition der Künstlichen Intelligenz bestehen Semantische Netze aus Konzepten und sie verbindenden Kanten, welche die Relationsart festlegen. Prinzipiell können mit Hilfe semantischer Netze alle Sachverhalte, die auch mit der Prädikatenlogik abgebildet werden können, dargestellt werden. Vgl. Conklin /137/, Croft & Thompson /164/, Kühlen /165/.

gänglicher Gemeinsamkeiten eine Informationseinheit erzeugt, die in der Struktur des *kollektiven Informationsraumes* in materieller Form gespeichert wird. Die Informationsnutzer lokalisieren entsprechende Informationseinheiten mit Hilfe der vereinbarten Strukturinformationen und transformieren die enthaltenen Informationen aus der materiellen Ebene in die mental-kognitive Ebene der Informationssenke.

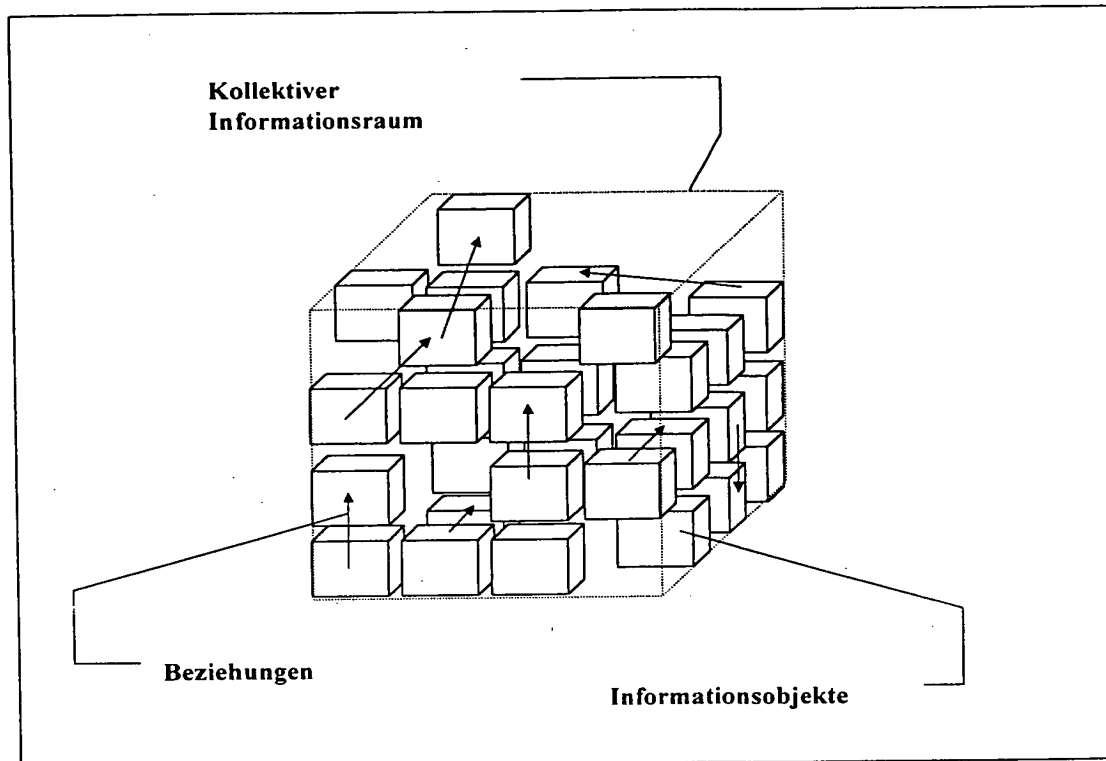


Abbildung 10: Prinzipielle Struktur und Basiselemente des kollektiven Informationsraumes.

In Abbildung 10 werden zur besseren Orientierung die grundlegenden Elemente des Konzeptes „*kollektiver Informationsraum*“ in der Form eines Würfels dargestellt. Das postulierte Konzept des „*kollektiven Informationsraumes*“ definiert einen Strukturraum, in dem die notwendigen Referenzen auf Informationen, Methoden und Beziehungen repräsentiert werden. D.h., in einem *kollektiven Informationsraum* wird die Gesamtheit aller Informationseinheiten und ihrer Beziehungen untereinander referenziert, aus denen dem Benutzer während des Zugriffs auf die Informationseinheiten mit Hilfe von Methoden eine bedarfsgerechte Auswahl in Form von „*Informationsobjekten*“ präsentiert werden. Der kollektive Informationsraum bildet den notwendigen Strukturraum zur Repräsentation der Informationen und Methoden. Die Informationen werden in handhabbaren Informationseinheiten repräsentiert, die als semantische Einheiten für sich alleine stehend eine

entsprechende Aussage vermitteln können. Zwischen diesen Informationseinheiten bestehen Beziehungen.

6.1.1 Konstruktion des kollektiven Informationsraumes

Wie im Kapitel *Problemstellung* aufgezeigt, ist Information kein Selbstzweck, sondern selbst als Mittel für andere Zwecke in dynamische Leistungserstellungsprozesse (Wertschöpfung) eingeordnet. STROETMANN schlägt ein dreidimensionales Analyseraster vor um solche Prozesse zu analysieren /166/. Die Dimensionen des Rasters sind

- Wertschöpfungskette
mit Input, Leistungserstellung, Output und Klientenpflege
- Management
mit Planung, Organisation und Kontrolle
- Informationsressourcen
mit Inhalte und Infrastrukturen

Auf allen Ebenen einer Organisation lassen sich solche Prozesse, einen oder mehrere Bereiche betreffend, unter Informationsgesichtspunkten analysieren. Diese Prozesse sind verbunden und rückgekoppelt, so daß sich komplexe Strukturen mit multidimensionalen Zusammenhängen ergeben. Abbildung 11 verdeutlicht die vielseitigen Interaktionen und

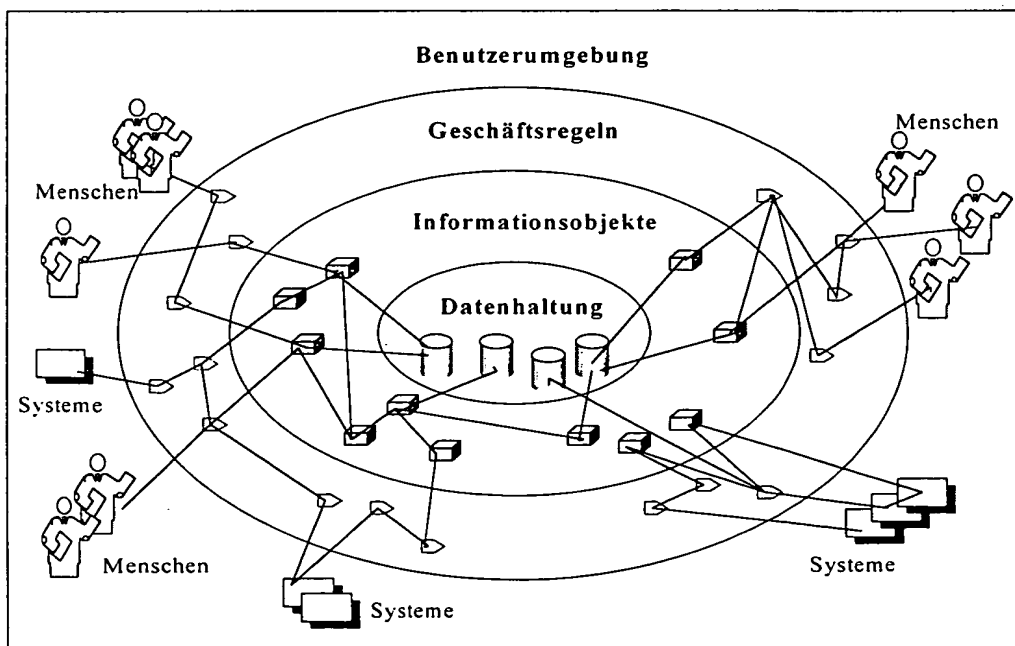


Abbildung 11: Darstellung der komplizierten Mensch-Maschine-Interaktionen in diversen Interaktionsebenen.

Geschäftsprozesse des komplexen Gebildes Unternehmen zwischen den beteiligten Ressourcen Menschen und Systeme. Die Ressourcen werden durch die Umgebungsvariablen und den Geschäftsregeln maßgeblich beeinflusst.

Betrachtet man sich nun die spezifischen Anforderungen der prozeßorientierten Industrie unter diesen Analyseaspekten, können drei primäre Informationsdimensionen abgeleitet werden:

1. Prozesse,
2. Wirkungsbereiche,
3. Informationsaspekte.

Prozesse beschreiben die Abfolgen von Aktivitäten in den gesamten Wertschöpfungsketten eines Unternehmens. *Wirkungsbereiche* umfassen reale Bereiche oder Objekte wie beispielsweise Gebäude oder Anlagen, Produkte und Einsatzstoffe, Abfälle und Emissionen und nicht zuletzt die betroffenen Menschen. Diese Strukturierung ermöglicht eine verbesserte Aufbereitung und Bereitstellung von Informationen unter verschiedenen Blickrichtungen, die in diesem Kontext als *Informationsaspekte* definiert werden.

Die Konstruktion und Strukturierung des *kollektiven Informationsraumes* wird deshalb mit diesen drei Primär-Dimensionen vorgenommen. Zusätzliche Dimensionen, Sekundär-Dimensionen können durch Objektklassen und Zeitstempel der *Informationsobjekte* eingebracht werden. Das generische Objektmodell dient als Referenz und Baukasten für die Entwicklung der lokalen Informationssysteme. Die Identifikation der Objekte erfolgt aus dem Zusammenhang der definierten Prozesse, den betroffenen Wirkungsbereichen und den spezifischen Informationsaspekten heraus. Der Aufbau des *kollektiven Informationsraumes* erfolgt parallel zur Prozeßmodellierung. Hierzu ist es notwendig:

- Prozesse zu identifizieren,
z.B. Kernprozesse und unterstützende Prozesse
- Prozesse zu dokumentieren,
z.B. Informations- und Kommunikationsbedarf dokumentieren
- Prozesse zu analysieren,
z.B. Auswertung vorhandener Kennziffern, Störungen identifizieren
- Prozeß-Ziele festzulegen,
z.B. operative Ziele aus der Unternehmensstrategie ableiten
- Prozeß-Besitzer zu definieren,
z.B. Einzelpersonen, Gruppen, Teams und „Kümmerer“

Der *kollektive Informationsraum* wird dabei einerseits durch die Beschreibung von Objektinstanzen und ihrer Veränderung aufgebaut und andererseits durch die Anforderungen der Geschäftsprozesse an eine Informationsbereitstellung geprägt. Entscheidend ist die Bereitstellung handhabbarer *Informationsobjekte*, die in verteilten Anwendungsumgebungen und Wirkungsbereichen, dezentral durch die betroffenen Mitarbeiter mit ihrer spezifischen Kompetenz erstellt und gepflegt werden können.

6.1.2 Strukturierung des Informationsangebotes

Die Konzeption des generischen Objektmodells zur dynamischen Bereitstellung von Prozeßwissen strukturiert *Informationsobjekte* mit Hilfe eines **Informationswürfels** mit drei Primärdimensionen. Für die Struktur des Informationsraumes, wird entsprechend den vordefinierten Anforderungen, auf der obersten Ebene eine Einteilung nach den generischen Objektklassen „Prozesse“, „Informationsaspekte“ und „Wirkungsbereiche“ vorgenommen. Als interne Struktur sind wieder dreidimensionale Informationselemente vorgesehen, die den Objektmerkmalen entsprechen. Weitere Strukturdimensionen, wie beispielsweise „Objektyp“⁹⁵ können integriert werden.

Abbildung 12 verdeutlicht die Dimensionen des kollektiven Informationsraums mit den Dimensionen „Prozesse“, „Wirkungsbereiche“ und „Informationsaspekte“. Die mentalen Vorstellungen des Senders werden im definierten „kollektiven Informationsraum“ in materielle *Informationsobjekte* transformiert und durch den Empfänger wieder aus dem gemeinsamen materiellen Raum in eigene mentale Bilder und Karten übertragen und interpretiert. *Informationsobjekte* müssen in Form einer Katalogisierung, als einheitliches Verzeichnis der im Unternehmen zu haltenden Informationen, spezifiziert werden. Jedes Element des Informationsmodells stellt einen adäquaten Informationsinhalt als spezifisches *Informationsobjekt* zur schnellen Handlungs- oder Entscheidungsfindung bereit.

Die Struktur ist vergleichbar mit den Hierarchien in Dateisystemen, existiert jedoch völlig unabhängig von diesen. Alle Daten werden ausschließlich in ihrem originären Zustand und im originären System gespeichert und gepflegt. Im *kollektiven Informationsraum* werden

⁹⁵ Eine Strukturdimension „Objektyp“ kann über die Definition von Dokumentarten (z.B. *.doc einer Textverarbeitung oder *.xls einer Tabellenkalkulation), nach technischen Gesichtspunkten (z.B. CAD-Files oder Katasterpläne) und nach funktionalen Besonderheiten (z.B. Navigation mit Hilfe von Blockschaltbildern oder Funktionsplänen) aufgebaut werden.

diese Originaldaten unter den unterschiedlichen Gesichtspunkten der Anwender in Form strukturierter *Informationsobjekte* repräsentiert.

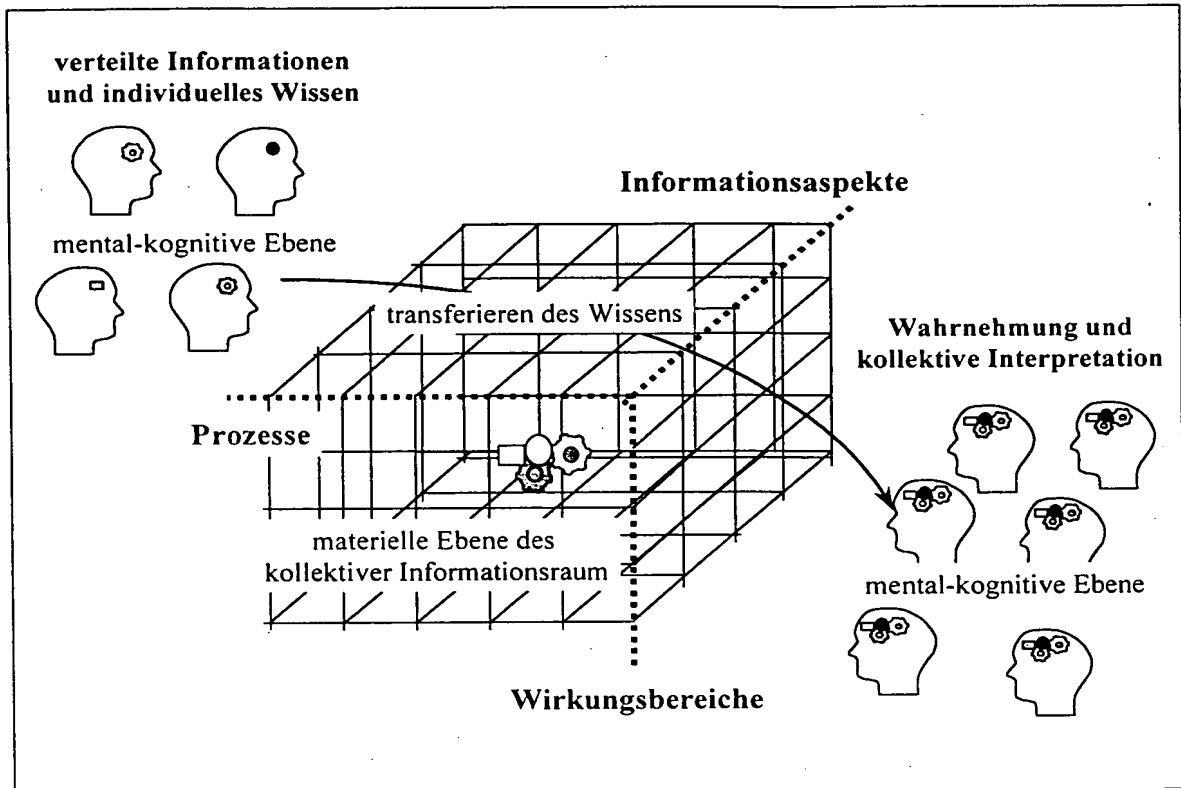


Abbildung 12: Darstellung der Struktur des kollektiven Informationsraumes und zugehöriger Transferfunktion

Diese *Informationsobjekt*-Hierarchie dient im wesentlichen den Zwecken:

- Die Strukturierung nach den drei Primärdimensionen (Prozesse, Wirkungsbereiche, Informationsaspekt) ermöglicht dem Benutzer eine hierarchische Navigation im kollektiven Informationsraum.
- Die Strukturierung erleichtert die Orientierung im Informationsangebot unabhängig von der Navigation entlang der *Information-Beziehungen* (Hyperlinks).
- Die zusätzliche Strukturierung nach Dokumenttypen (z.B. Blockschaltbilder oder Lagepläne) grenzt die Bereiche für die Suche ab.
- Die Benutzer können gezielt in einer oder auch allen Strukturdimensionen nach spezifischen *Informationsobjekten* und Dokumenttypen suchen.
- Die Strukturierung ermöglicht die gezielte Vergabe von Zugriffsrechten, indem einzelnen Benutzern oder auch Benutzergruppen die Möglichkeit des Lesens und/oder Veränderns von *Informationsobjekten* in bestimmten Strukturbereichen erlaubt wird.

Die Strukturierung des *kollektiven Informationsraumes* ermöglicht eine klare und verständliche Repräsentation des Informationsangebotes. Sie ist von entscheidender Bedeutung für die Übersichtlichkeit und die Qualität der verfügbaren betrieblichen Informationen. Entscheidend ist die bedarfsgerechte Dekomposition der jeweils benötigten Informationen. Dies wird mit dieser Konzeption dadurch erreicht, daß die jeweils betroffenen Menschen die in ihrem Arbeitsbereich notwendigen Informationen selbst bestimmen, erfassen und pflegen. Dieser Aspekt besitzt eine besondere Bedeutung, wenn man die in einem Fraktal oder dezentralen Unternehmenseinheit lokal benötigten Informationsmengen, den global benötigten oder den Schnittmengen mit anderen Fraktalen gegenüberstellt. Die global benötigten Informationen stellen oftmals lediglich einen geringen Teil der lokal benötigten Informationsmenge dar. Damit wird auch deutlich, daß es wenig Sinn macht, Datenquellen in ein gemeinsames Datenmodell pressen zu wollen.

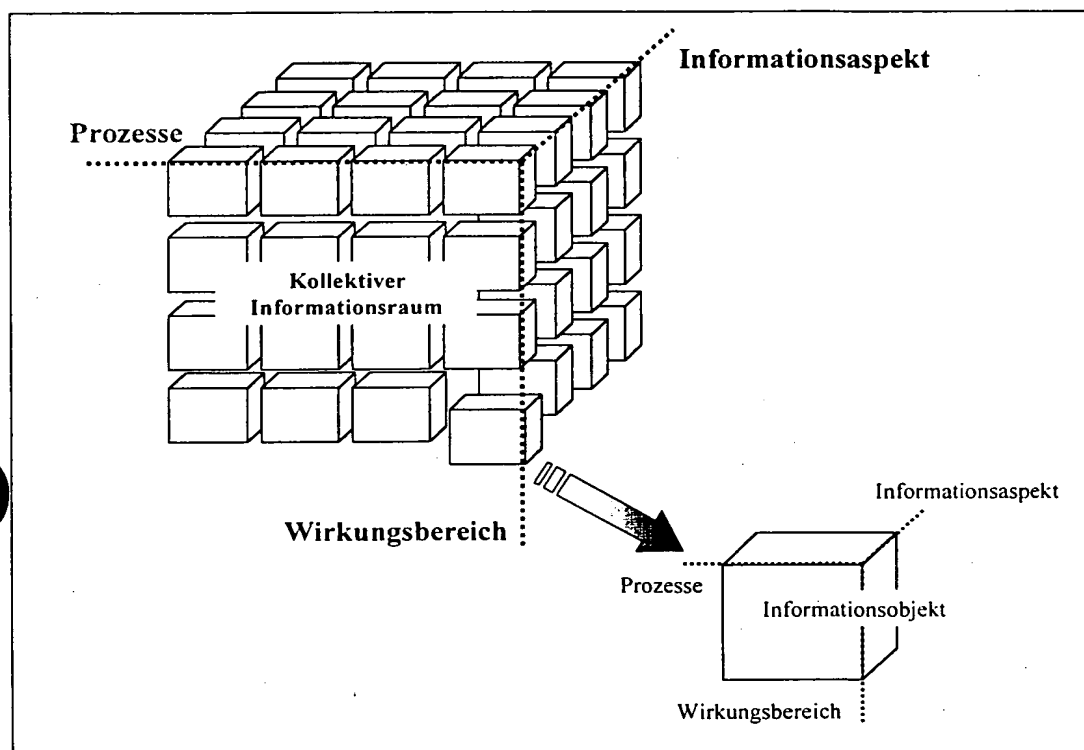


Abbildung 13: Aufbau des kollektiven Informationsraumes aus Informationsobjekten mit Strukturinformationen und Informationsbeziehungen.

Die strukturierte Bereitstellung von *Informationsobjekten* in einem *kollektiven Informationsraum*, ermöglicht eine bedarfsorientierte Verfügbarkeit unter Verwendung heterogener und verteilter Daten-, Informations- und Wissensbestände. Abbildung 13 stellt den *kollek-*

tiven Informationsraum als Würfel mit den drei Primärdimensionen dar. Es wird deutlich, daß alle *Informationsobjekte* durch die drei Dimensionen des *kollektiven Informationsraumes* eindeutig strukturiert werden. Die Strukturdimensionen können den spezifischen Anforderungen entsprechend weiter verfeinert werden, wobei jede Dimension unabhängig gestaltet werden kann. Ebenso unabhängig können *Informationsobjekte* in den *kollektiven Informationsraum* integriert werden. Sollen beispielsweise zunächst lediglich *Informationsobjekte* unter dem Informationsaspekt „Qualitätsmanagement“ eingebracht werden, besteht die Dimension Informationsaspekt zunächst lediglich aus einem Segment, das jedoch bei zusätzlichen Anforderungen ohne Einschränkungen dynamisch erweitert werden kann.

Der kollektive Informationsraum benutzt voneinander unabhängige, baumartige Hierarchien, um ein Informationsobjekt bezüglich seines Inhaltes oder seiner Verwendung in der mehrdimensionalen, katalogartigen Struktur zu kategorisieren. Diese informationellen Hierarchien stellen Strukturdimensionen dar und beschreiben eine wohlstrukturierte und diskret annotierte Anwendungssicht auf die Gesamtheit der verwalteten Informationsobjekte eines Unternehmens. Die Strukturdimensionen spannen quasi einen übergeordneten „Unternehmensinformationsraum“ auf, der als Gesamtmenge aller Anwendungssichten auf die betriebliche Informationsmenge betrachtet werden kann.

Um ein Informationsobjekt in diesen Strukturraum einzuordnen, wird es mit Hilfe eines Informationsvektors, der aus mehreren Strukturpositionen gebildet wird, beschrieben. Dabei stellt eine Strukturposition eine diskrete Position in einer der Dimensionshierarchien und somit eine Koordinate im kollektiven Informationsraum dar. Die Einordnung der Informationsobjekte in den Strukturraum, sowie die Navigation erfolgt dementsprechend über eine multidimensionale Adresse, dem Informationsvektor.

Diese polyhierarchische Katalogisierung erlaubt eine datenbankgestützte Suche nach Informationsobjekten mit ähnlichen Koordinaten im kollektiven Informationsraum und das darauf aufbauende Zusammenstellen von kontextorientierten Informationsobjekten. Mehrere, gleichzeitig visualisierte Strukturbäume erlauben eine interaktive Navigation, wobei die aktuelle Position des Benutzers im Strukturraum durch Hervorhebung der gerade besuchten Koordinaten verdeutlicht wird.

6.1.3 „Struktur-Manager“

Die Integration von *Informationsobjekten* in den *kollektiven Informationsraum* stellt einen wesentlichen Prozeßschritt bei der Informationsbereitstellung dar. Um diesen Prozeß effizient unterstützen zu können, wurde ein „Struktur-Manager“ entwickelt, der an dieser Stelle lediglich in einem für das Verständnis notwendigem Umfang vorgestellt wird.

Der Struktur-Manager stellt einen eigenständigen Methodenbaustein dar und enthält zunächst die drei primären Dimensionen des *kollektiven Informationsraumes*. Eine vierte Dimension ergibt sich mit der Auswahl Dokument-Typ. Zusätzlich sind weitere Eingabefelder zur Beschreibung des zu integrierenden *Informationsobjektes* enthalten.

Um ein *Informationsobjekt* in die Struktur des *kollektiven Informationsraumes* zu integrieren, wählt man wie im Strukturbrowser jeweils eine gewünschte Kategorie aus den drei Dimensionen aus. Danach sind noch der Dokument-Typ, eine erweiterte URL⁹⁶ zu der

Prozess

- Primärprozess
 - Betreiben Herstellen Verl
 - Papier veredeln
 - Papier verpacken
 - Rohpapier herstellen
 - Zellstoff aufbereiten
 - Gefahrenabwehr Störfall
 - Genehmigungsverfahren
 - Produkt Verfahrensentwi
 - Produkt Verfahrensverbe
 - Instandhaltung

Aspekt

- Informationsaspekt
 - Betriebliche Rahment
 - Standort
 - Technologie
 - Logistik
 - Umwelt und Arbeitssi
 - Ökonomische Informz
 - Organisation
 - Qualität
 - Rechtliche Rahmenb
 - Ressourcen
 - Sicherheit
 - QSU - Management

Bereich

- Wirkungsbereich
 - August Koehler AG
 - Koehler Dekor
 - Koehler Kehl GmbH

Typ

Dokument

URL

http://www.koehler-ag.de/TIS/QSU_Doc_21.asp

Bezeichnung

Qualität-Sicherheit_Umwelt/Organisation

Beschreibung

Aufbau und Zuständigkeiten zur Pflege der Dokume

Revision

1.1

Zurück Speichern Datenbank

Methoda K.H. Senzemann
Programmierung U. Oelge
Copyright (C) 1997 Verbundprojekt DARF

Abbildung 14: Screenshot des prototypischen Struktur-Managers mit beispielhaften Informationen

⁹⁶ Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Abschnitt *Lokalisierung von Informationsobjekten*

physikalischen Adresse der originären Information, Methode oder Daten, sowie eine Beschreibung anzugeben. Mit dieser Beschreibung werden „Post-it“⁹⁷ Informationen zur zugehörigen Informations-Beziehung integriert, die während der Navigation eine schnelle Übersicht und Einordnung der gefundenen *Information-Beziehungen* ermöglichen.

Abbildung 14 zeigt beispielhafte Eingaben in den Struktur-Manager zur Identifikation und Einordnung in den Strukturraum. Nach erfolgreichem Speichern dieser Strukturinformationen werden die *Information-Beziehungen* für dieses *Informationsobjekt* aktualisiert und das *Informationsobjekt* steht nun allen Nutzern zur Verfügung.

6.1.4 Virtuelle Informationsräume

Unter dem Begriff virtueller Informationsraum werden individuelle Sichten des Anwenders oder eines Teams verstanden. Der daraus resultierende Informationsraum präsentiert einen optimalen Informationsbestand innerhalb eines semantischen Kontextes. Diese virtuellen Informationsräume sind vom Ballast umgebender Informationsobjekte befreit und ermöglichen eine schnellere Orientierung innerhalb eines Arbeitsgebietes, ohne den Zusammenhang zum kollektiven Informationsraum zu verlieren.

Abbildung 15 verdeutlicht die Segmentierung und den Aufbau des kollektiven Informationsraumes mit den Bestandteilen Informationsobjekt und Information-Frame als virtuellem Informationsraum. Der Konzeptbaustein Information-Frame stellt den jeweils direkt explorierbaren Teil des kollektiven Informationsraumes dar. Die Gesamtheit aller Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes werden für den Benutzer zunächst nicht sichtbar. Die virtuellen Informationsräume werden dynamisch im Kontext der jeweiligen Anfrage als wechselnde Teilräume visualisiert.

⁹⁷ Die spezifischen Besonderheiten von „Post-it“ Informationen werden im Abschnitt *Geeignete Charakterisierung von Informations-Beziehungen* erläutert.

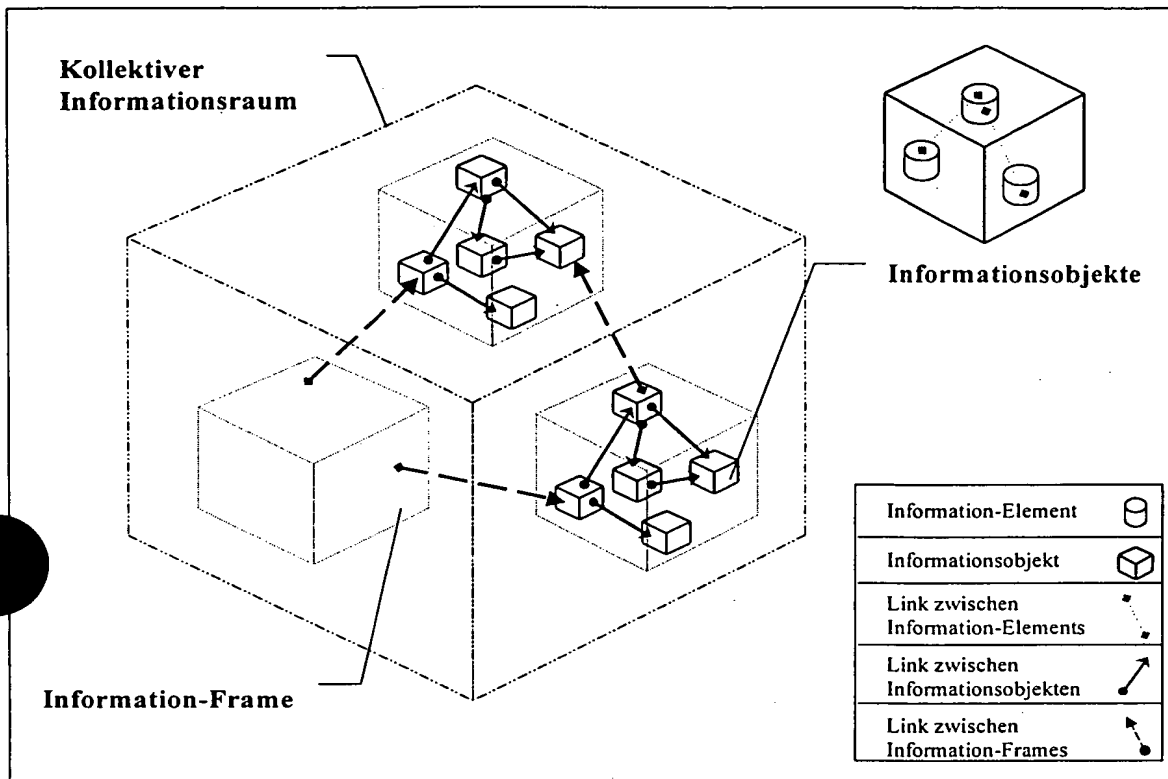


Abbildung 15: Darstellung des Zusammenwirkens von Informationsobjekten, Beziehungen, Strukturinformationen und virtuellen Informationsräumen.

Damit in dynamischer Weise eine Segmentierung des Informationsangebotes entsprechend zu definierender Kohärenzkriterien ermöglicht werden kann, sind Metainformationen (z.B. Objekt-Besitzer, Freigabestelle) Bestandteil des kollektiven Informationsraumes. Metainformationen werden aus den Eingaben des Anwenders abgeleitet. Die dadurch gewonnenen Kohärenzinformationen werden zur dynamischen Segmentierung der virtuellen Informationsräume verwendet und ermöglichen somit gleichzeitig den automatisierten Aufbau von Wissensinhalten (Kohärenzfelder der Informationsobjekte), Kompetenz-Netzwerke (Objekt-Besitzer sind Wissensträger) und ein Kompetenz-Brokering (Visualisierung der Informationsobjekte und ihrer Besitzer in thematisierten „Wissenslandkarten“).

73

6.1.5 Spezifische Ausprägungen des kollektiven Informationsraumes

6.1.5.1 Primärprozesse

Für die Papiererzeugung wurden in den vorhergehenden Ausführungen sechs Primärprozesse identifiziert, die in den realen Ausprägungen eine weitere Dekomposition erfahren. Bei den *Primärprozessen* handelt es sich um:

- Produkt- und Verfahrensentwicklung,
- Anlagenplanung, Genehmigungsverfahren, Aufbau und Installation,
- Betreiben, Herstellen, Transportieren und Verkaufen,
- Qualitätssicherung, Inspektion, Wartung und Instandsetzung,
- Störfallbeherrschung und Gefahrenabwehr,
- Recycling und Entsorgung.

Prozesse können aus sehr unterschiedlichen Sichten definiert werden. Neben den Definitionen von Geschäftsprozessen über Aktivitäten nach CIMOSA, bietet STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data)⁹⁸ ein Prozeß(plan)-Modell (ISO 10303-49: Process Structure and Properties) das die Definition von Prozessen ermöglicht, die zur Definition eines Produktes oder eines Produktmerkmals führen. Die Verknüpfung von einzelnen Prozessen und die Dekomposition von Prozessen findet durch explizite Beziehungen statt.

ISO 10303-49 ist ein Basismodell von STEP. Es spezifiziert Informationen unabhängig von Implementierungsformen und ist unabhängig von einem bestimmten Anwendungskontext. Gegenstand des Partialmodells ist die Abbildung von Informationen zu den Operationen, die Prozesse ausführen:

- Spezifikation von Beziehungen zwischen Prozessen,
- Eigenschaften von Prozessen,
- für den Prozeß benötigte Betriebsmittel,
- Eigenschaften von Betriebsmitteln,
- Repräsentation von Prozessen,
- Beziehungen des Prozesses zum Produkt.

In einem Anwendungskontext können diese allgemeinen Informationen zur Darstellung von Prozeßplänen verwendet werden.

⁹⁸ STEP ist ein von der ISO entwickeltes Standardformat zur Abbildung produktdefinierender Daten und bei IEC/TC3-ISO/TC184/SC4 genormt.

Für diese Prozesse können verschiedene *Informationsaspekte*:

- Rechtliche und betriebliche Rahmenbedingungen,
- Technologische Informationen und Ressourceninformationen,
- Standortinformationen und logistische Informationen,
- Kosteninformationen und Qualitätsinformationen,
- Sicherheitsinformationen,
- Ökologische Informationen und ökonomische Informationen,
- Organisatorische Informationen
- .
- .
- usw. definiert werden.

Diese können unterschiedliche *Wirkungsbereiche* wie:

- Menschen,
- Gebäude,
- Anlagen und Einrichtungen oder genehmigungspflichtige Anlagen,
- Roh- und Einsatzstoffe,
- Produkte,
- Abfälle und Abwasser oder Emissionen des Unternehmens,
- .
- .
- usw. betreffen.

Abbildung 16 zeigt einen Informationswürfel in der höchsten Aggregationsstufe mit beispielhaften Primärprozessen, Informationsaspekten und Wirkungsbereichen des analysierten Unternehmens. Gleichzeitig wird in dieser Abbildung die Idee des Informationsobjektes verdeutlicht. Ein solches Informationsobjekt korrespondiert mit der Konzeption des Enterprise Objects der CIMOSA Modellierungsmethode, wobei davon ausgegangen wird, daß ein Function Input einer Enterprise Activity mit Hilfe der Object View den notwendigen Bezug zu einem Enterprise Object in der Information View realisiert.

75

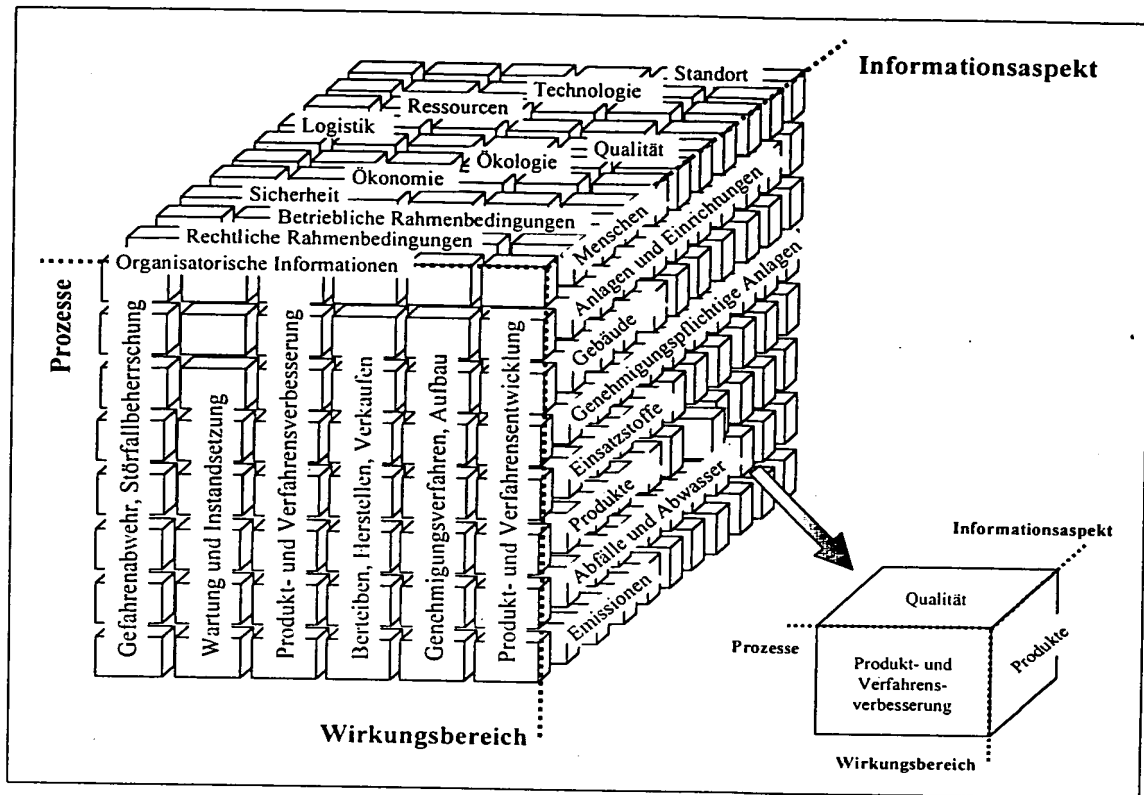


Abbildung 16: Darstellung des kollektiven Informationsraumes und den Informationsstrukturen der obersten Aggregationsstufe.

In Abbildung 16 wurde beispielhaft das Informationsobjekt des Primärprozesses *Produkt- und Verfahrensverbesserung* unter dem Informationsaspekt *Qualität* mit dem Wirkungsbereich *Produkte* herausgestellt. Die Informationsobjekte der einzelnen Informationsaspekte können bedarfsorientiert weiter verfeinert werden. Die Anzahl der Objekte in der jeweiligen Dimension ist offen und jederzeit erweiterbar. Die Informationsobjekte können unterschiedliche Datenformate oder unterschiedliche mediale Formen besitzen. Relevant ist lediglich die objektorientierte Integration der Strukturdimensionen Prozesse, Informationsaspekte und Wirkungsbereiche.

Verfolgt wird ein „gemäßigt“ objektorientierter Ansatz, indem die Funktion „Vererbung“ lediglich über eine Aggregation von Objekten zulässig ist. Mit dieser Einschränkung gegenüber einem vollständig objektorientierten Ansatz wird eine wesentliche Komplexitätsreduzierung in der Datenpflege erwartet, da jeweils nur die kleinsten Objekte einer Objekthierarchie gepflegt werden müssen. Die Datenpflege wird durch die „Besitzer“ der Informationsobjekte vorgenommen. Es wird bewußt in Kauf genommen, daß durch unterschiedliche Sichtweisen der betroffenen Mitarbeiter u.U. ähnliche Informationen als

unterschiedliche Informationsobjekte definiert werden. Der Nachteil einer möglichen Redundanz wird durch eine erhöhte Akzeptanz bei den betroffenen Mitarbeitern und der Möglichkeit einer individuellen Informationsaufbereitung bei weitem aufgehoben.

6.1.5.2 Informationsaspekte

Wie bereits gesehen, müssen Daten und Informationen der Prozesse und Wirkungsbereiche unter unterschiedlichen Aspekten analysiert, dokumentiert und bereitgestellt werden. Nachfolgend wird eine beispielhafte Erläuterung aufgrund der Informationsbedürfnisse des analysierten Unternehmens vorgenommen. Sicher werden in unterschiedlichen Branchen und Unternehmen abweichende Informationsaspekte auftreten, die grundsätzliche Konzeption des Informationsobjektes bleibt jedoch gültig.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Unter den rechtlichen Rahmenbedingungen werden Informationen subsumiert, die aufgrund gesetzlicher Auflagen erfüllt, bereitgestellt oder geführt werden müssen. Beispielsweise sind neben Gesetzen und Verordnungen, Genehmigungsbescheide oder Auflagen beim Betrieb von „Genehmigungspflichtigen Anlagen“ von hohem Interesse. Diese Informationen sind in der jetzigen Form jedoch nicht praxisgerecht aufbereitet. Mit den spezifizierten Informationsobjekten können in Verbindung mit der spezifizierten Systematik Informationen so aufbereitet und dynamisch verfügbar gemacht werden, daß sie der Problematik, dem aktuellen Informationsaspekt und der zeitlichen Relation gerecht werden.

Betriebliche Rahmenbedingungen

Unter den betrieblichen Rahmenbedingungen werden Informationen über die Unternehmens-, Qualitäts- oder Umweltpolitik zusammengefaßt. Ebenso können Organisationspläne, Verantwortlichkeiten oder Notfall-Regelungen hinterlegt sein.

Technologische Informationen

Technologische Informationen enthalten das Wissen über Prozesse und Verfahren. Für Fertigungsverfahren hat DIN ein hierarchisches Klassifizierungssystem entwickelt. Die Einordnung wird durch die Auswirkungen auf den zu bearbeitenden Stoff bestimmt. Die Technologie bestimmt ebenso die Einsatzstoffe, die Anlagentechnik, die Emissionen und Abfälle als auch die zeitlichen Bedingungen einer Prozeßkette.

Standortinformationen

Standortinformationen sind nicht nur in globalen Betrachtungen von Interesse, sondern auch in einem Team-Informationssystem. Die Standortinformationen sind auf regionale oder werkspezifische Informationen beschränkt. Beispielsweise ist es im Zusammenhang mit Schallschutzmaßnahmen oder bei Notfall-Regelungen äußerst wichtig, Informationen über räumliche Bedingungen oder Infrastrukturen zu erhalten (Brandabschnitte, Position von Gefahrstoffbehälter, Rettungswege, Schallquellen, Wärmequellen).

Ressourceninformationen

Die Ressourcensicht existiert bei CIMOSA erst ab der Design Specification Ebene und dient zur Modellierung von Ressourcen wie z.B. Maschinen. Menschen werden in diesem Konstrukt genau wie maschinelle Ressourcen behandelt. Die Ressourcen dienen dem Transformationsvorgang einer Aktivität den Funktions-Input zu einem Funktions-Output zu verändern. Ressourcen können dabei durch die Attributsformen *Static Characteristics* und *Dynamic Characteristics* beschrieben werden. Dynamische Eigenschaften ändern sich während des Betriebs, etwa die aktuelle Kapazität, während die statischen Eigenschaften, etwa der Zeitpunkt der Anschaffung, konstant sind. Das Informationsobjekt Ressource liefert durch diese Attribute elementare Kennzahlen, etwa Maschinenleistungen oder den Beschaffungswert, die durch Aggregation für den *Informationsaspekt Ökonomische Informationen* relevant werden.

Logistische Informationen

Die Logistik eines Unternehmens versorgt alle Prozesse mit ausreichenden Mengen der jeweils benötigten Ressourcen oder entsorgt in entsprechender Form. Damit die Prozesse optimal arbeiten können, bedarf es einer exakten zeitlichen Synchronisation der Material- und Kapazitätsverfügbarkeiten. Die Input- und Output-Definitionen, sowie die mengenmäßige Beschreibung der Ressourceneinsätze sind zentrale Informationsobjekte für die Logistik.

Kosteninformationen

Prozesse belegen und gebrauchen Ressourcen. Kosten entstehen durch die zeitliche Bindung von Kapazitäten für die Produktionsdauer, als auch durch den Verbrauch von Einsatzstoffen. Zusätzlich müssen diverse indirekte Kosten, die sogenannten Gemeinkosten, berücksichtigt werden. Mit den Methoden der Prozeßkostenrechnung oder Activity Based Costing (ABC) versucht man eine verursachungsgerechte Zuordnung zu erreichen.

Beim ABC wird versucht, die kostentreibenden Faktoren, die Cost Drivers eines Prozesses zu ermitteln. Voraussetzung jeglicher Arten von Prozeßkostenrechnungen ist die Kenntnis der Prozesse, Aktivitäten und ihre Zusammenhänge.

Qualitätsinformationen

Unter Qualität wird sowohl die Produktqualität als auch die Qualität der Prozeßbeherrschung verstanden. Neben den Materialeigenschaften ist die Beherrschung der Prozesse ein entscheidendes Kriterium für die erreichte Produktqualität.

Sicherheitsinformationen

Verfahrensabläufe und Einzelprozesse der Papiererzeugung und -veredelung bedürfen besonderer Sicherheitsmaßnahmen die sowohl Menschen, die Umwelt oder die Anlage betreffen können. Im Sinne der Arbeitssicherheit, der Anlagensicherheit und des Umweltschutzes können Informationen in unterschiedlicher medialer Form von fundamentaler Bedeutung sein. Bisher können meist nur schriftliche, textuelle Informationen bereitgestellt werden, wobei der gezielte Zugriff in Extremsituationen aufgrund der Vielfalt an Informationen nur sehr schwer gewährleistet werden kann. Mit den Informationsobjekten innerhalb des kollektiven Informationsraumes können bedarfsgerechte Informationen in dynamischer und multimedialer Form verfügbar gemacht werden. Ferner ist eine permanente Aktualisierung mit hoher Informationssicherheit bei einem sinnvollen Nutzen/Aufwand-Verhältnis möglich.

Die enge Bindung zwischen Gefahrstoffen und Sicherheitsinformationen ermöglicht eine sorgfältige Dokumentation von Gefahrenpotentialen. Informationen über die Prozesse und Anlagen, die diese Gefahrstoffe verarbeiten, sind sorgfältig mit Hilfe von Verfahrensanweisungen zu dokumentieren.

In diesem Zusammenhang ergibt sich ein weiterer Informationsaspekt mit dem Prozeß der Instandhaltung. In der Praxis werden u.U. wegen eines normalen Anlagenzustandes die dafür noch zu erbringenden vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen für nicht dringlich gehalten. Eine Vernachlässigung der vorbeugenden Instandhaltung wirkt sich erst später aus, führt dann zu umfangreichem Störungsgeschehen und u.U. zu größeren Gefährdungspotentialen sowohl bezogen auf die Anlagen- als auch Arbeitssicherheit⁹⁹.

⁹⁹ Vgl. Werner /180/.

Ökologische Informationen

Im Rahmen der umweltorientierten Produktion sind Informationen darüber erforderlich, an welchen Stellen im Produktionsprozeß die von der Produktion ausgehenden Umweltbelastungen entstehen und wie sie beeinflußt werden können. Im Vorfeld einer geplanten Umrüstung kann eine prognostizierte Information der zu erwartenden Temperaturerhöhung des Wassers eines Flusses durch produktionsbedingte Wärmeeinleitung einen entscheidenden Einfluß auf den Zeitpunkt der Umrüstung nach sich ziehen. Entsprechend dem Materialfluß sind Informationen über Umweltwirkungen der Einsatzstoffe, über prozeßbezogene Umweltwirkungen und Umweltwirkungen, die durch das Produkt verursacht werden, in einem Informationssystem bereitzustellen.

Ökonomische Informationen

Kennzahlen können als Führungsunterstützung im operativen Geschäft betrachtet werden. Jeder dezentral Verantwortliche muß sich sicher sein, ob er im operativen Produktionsfeld die wesentlichen Problemfelder im Sinne der Zielvereinbarungen im Griff behält. Neue Kostenstrukturen sind Abbilder neuer Produktions- und Transaktionsstrukturen. Diese müssen entsprechend bewertet werden, wobei es nicht um die Anwendung des „richtigen“ Rechenverfahrens geht, sondern um die Bereitstellung der „richtigen“ Eingangsdaten. Mengen-, Zeit- und Qualitätsdaten sind dabei unmittelbare Führungsinformationen in dezentralen Strukturen.

Organisatorische Informationen

Unter dem Begriff Organisatorische Informationen können unterschiedliche Elemente subsumiert werden. Einerseits können Informationen bezogen auf die Aufbauorganisation, Zuständigkeiten und Verantwortungsbereiche visualisiert werden, andererseits können den Mitarbeitern mit dem selben Informationssystem persönliche Informationen zu Arbeitszeitkonten, Betriebsvereinbarungen oder Mitarbeiterinformationen (Schwarzes Brett) bereitgestellt werden.

6.1.5.3 Wirkungsbereiche

In der prozeßorientierten Betrachtung können mehrere Wirkungsbereiche unterschieden werden. Unterschieden werden primär Informationen die den Menschen betreffen, Gebäude oder Anlagen, Einsatzstoffe und Produkte sowie Abfälle und Emissionen. Diese Unterteilung entspricht den Bedürfnissen des analysierten Papierunternehmens, kann aber jederzeit an unterschiedliche Belange angepaßt werden und unterliegt keinen starren Grenzen. Die Einführung der Informationsdimension „Wirkungsbereiche“ ist für eine schnelle und bedarfsgerechte Informationsbereitstellung deshalb relevant, da beispielsweise in einem Störfall Aspekte einer „Genehmigungspflichtigen Anlage“ oder Aspekte der Arbeitssicherheit betroffener Mitarbeiter schnellstmöglich für eine Entscheidungsunterstützung zur Verfügung stehen müssen.

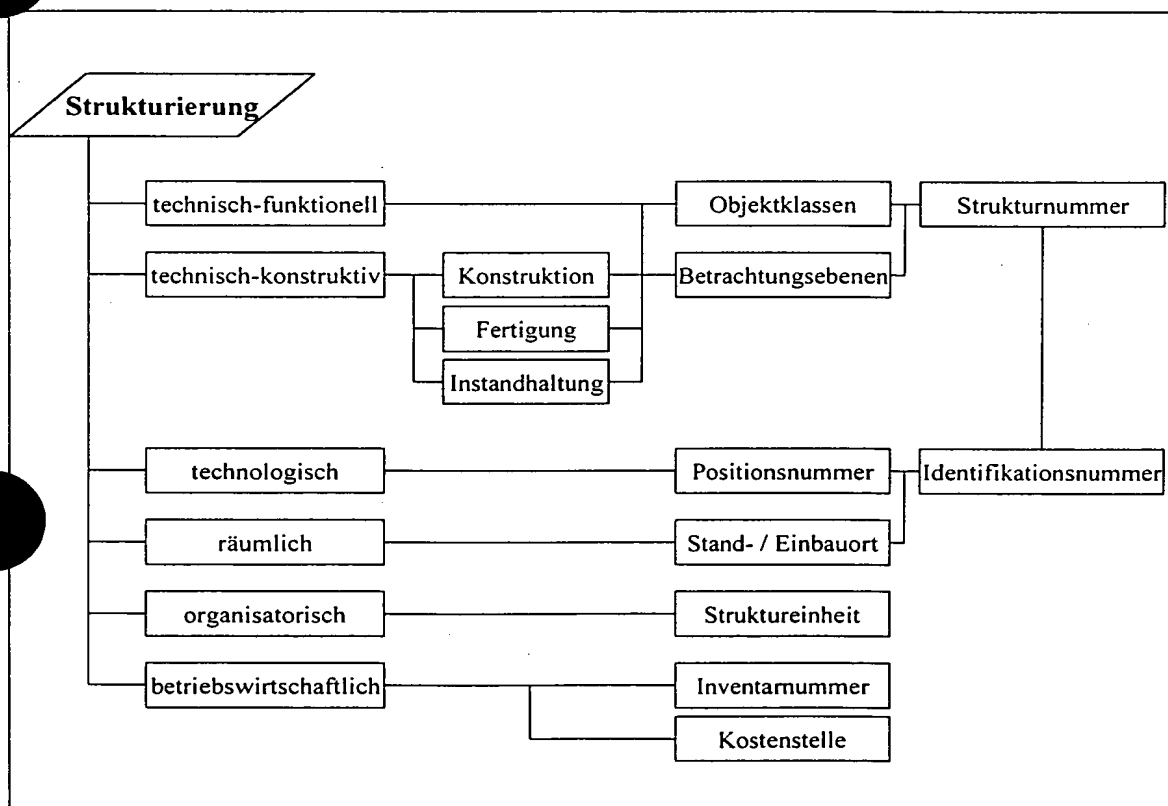


Abbildung 17: Strukturierung der Instandhaltungsinformationen mit einem Schema nach Werner /168/.

Eine rationelle Organisation erfordert die Strukturierung der Wirkungsbereiche, analog den Prinzipien der Maschinen- und Anlagenstrukturierung mit Identifikations- und Klassifikationssystemen. Damit ist eine eindeutige Datenadressierung und Informationsverknüpfung möglich. Beispielhaft seien hier zwei Systemkonzepte aufgeführt, die derzeit im Bereich

der Instandhaltung bzw. im Anlagenbau verwendet werden. Abbildung 17 stellt ein Strukturierungskonzept nach WERNER aus dem Instandhaltungsbereich dar /168/.

Abbildung 18 zeigt am Beispiel von Anlagen die Strukturierung von Wirkungsbereichen in Anlehnung an den Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP IEC/ISO 10303). STEP ist ein von der ISO entwickeltes Standardformat zur Abbildung produktdefinierender Daten. Neben den generischen Elementen werden Applikationsprotokolle entwickelt, die den spezifischen Anforderungen wie z.B. der Automobilindustrie oder des Anlagenbaus genügen. Das Applikationsprotokoll AP212 *Electrotechnical Plants* ist eine Initiative der Elektroindustrie und wird mit Unterstützung von weiteren Partnern entwickelt und bei IEC/TC3-ISO/TC184/SC4 genormt.

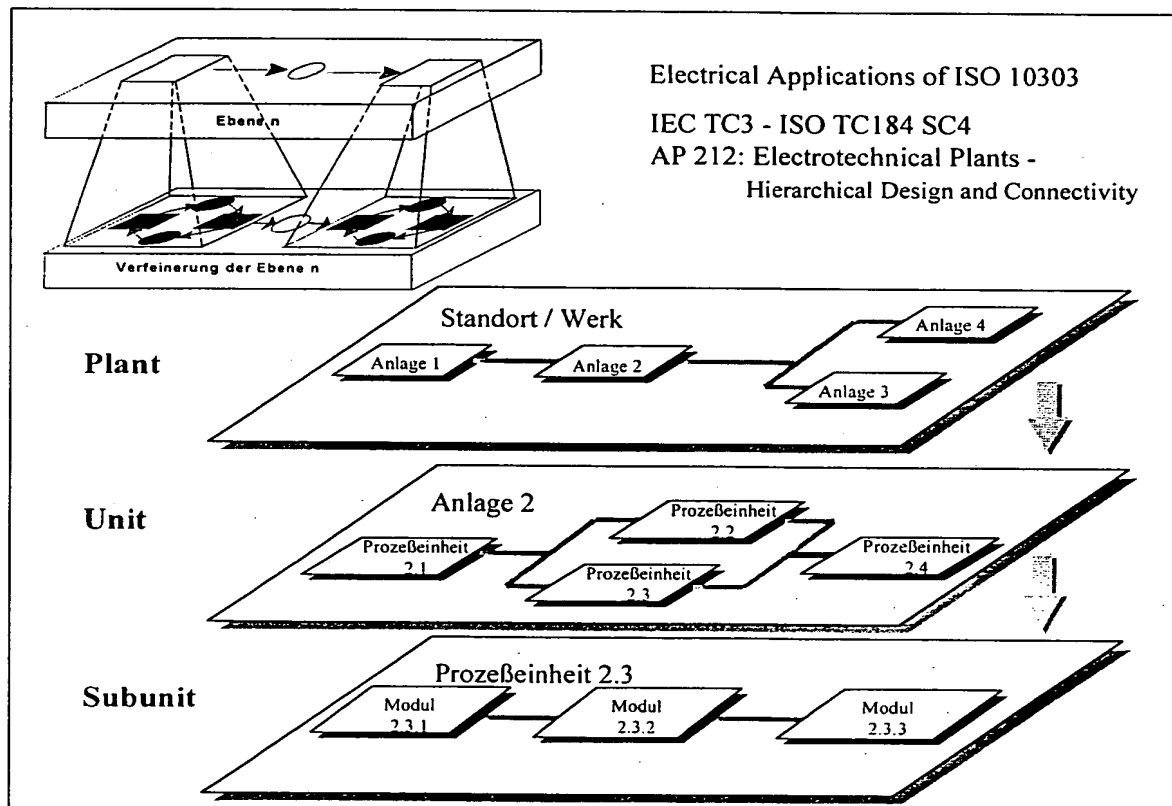


Abbildung 18: Strukturierung von Anlagen in Anlehnung an das STEP-Protocol 10303-AP212.

Die Elektrotechnische Anlage ist die elektrische/elektronische Ausrüstung von Produkten und Anlagen aus dem Bereich der Konsum- und Investitionsgüterindustrie wie z.B. eines Kraftwerkes oder eines Gebäudes. Selbst ein Kühlschrank kann als eine elektrische Anlage dargestellt werden.

Das Datenmodell deckt im wesentlichen folgende Bereiche ab:

- die Entwurfshierarchie der Produkte,
- die Verschaltung der Produkte untereinander (Konnektivität),
- die Beschreibung der Funktionen,
- Angaben zur Installation, Kabel- und Verdrahtungsplanung,
- die Betriebsmittelkennzeichnung,
- Mechanismen zur Zuordnung von technischen Attributen,
- die grafische Darstellung unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen,
- Versions- und Konfigurationsmanagement für die Anlagendaten.

In dem funktionsorientierten Partialmodell können sowohl die Funktionen der Anlage beschrieben und klassifiziert werden, als auch die funktionalen Anforderungen an das Produkt spezifiziert werden. Ein funktionales Objekt lässt sich beliebig tief hierarchisch beschreiben. Funktionale Objekte sind mit Hilfe funktionaler Anschlüsse miteinander verbunden. Die Spezifikation einer Funktion kann vollkommen unabhängig von einer später zu verwendenden Technologie erfolgen.

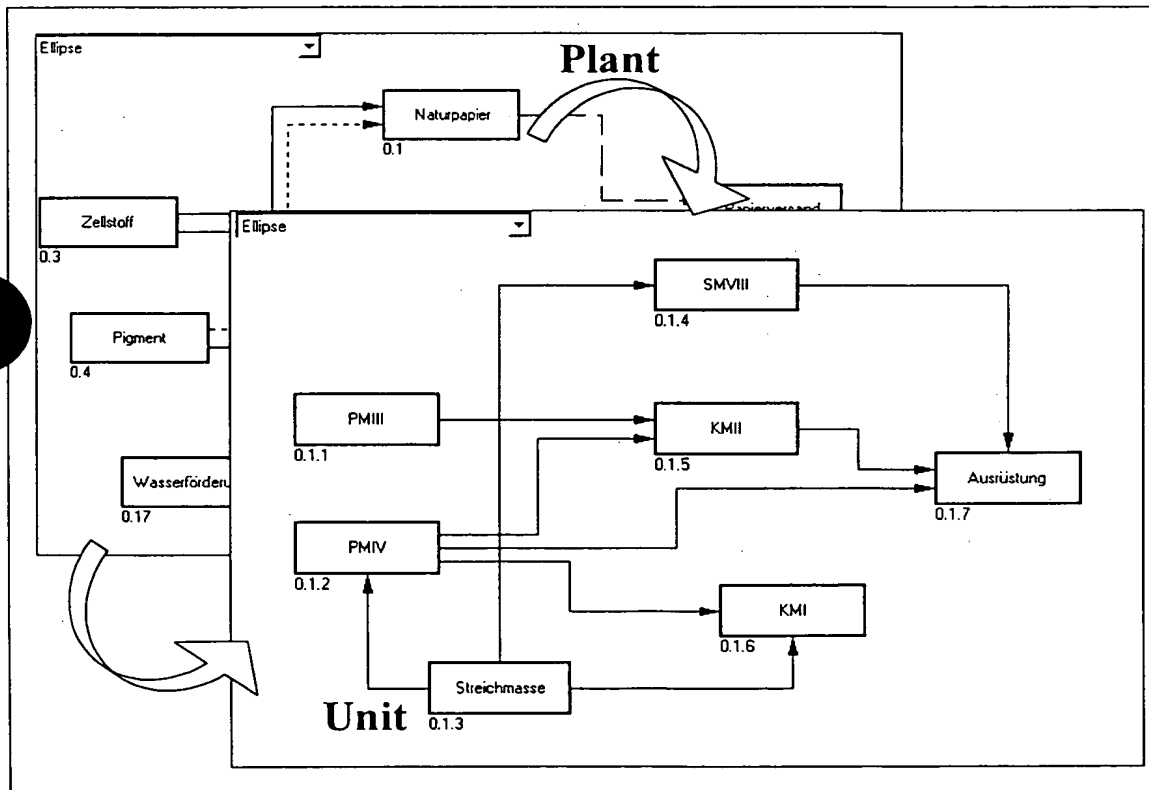


Abbildung 19: Anlagenstrukturierung mit Blockschaltbildern des Produktionsbereiches „Naturpapier“.

Die Konzepte zur grafischen Darstellung in AP212 basieren auf einem 2D-Präsentationsmodell. Damit ist eine schematische Darstellung des funktionsorientierten und/oder produktorientierten Partialmodells möglich. Anlagen können durch Prozeßeinheiten und Module in Blockschaltbildern abgebildet werden. Mehrere Module bilden eine Prozeßeinheit, die nun ihrerseits wieder zu Anlagen aggregiert wurden.

Abbildung 19 verdeutlicht die Hierarchisierung solcher Blockschaltbilder; den obersten Bereich bildet der Standort mit den Basiseinheiten wie z.B. Naturpapier. Dieser Basiseinheit Naturpapier ist nun wiederum in Anlagen wie z.B. Papiermaschine IV (PM IV) unterteilt, welche nun wiederum in Module unterteilt wurde. In Verbindung mit der erweiterten URL als Lokalisierungskonzept ist es damit beispielsweise möglich, die Pumpe RP427 im Zellstoffzulauf ZL02 der Papiermaschine PM IV am Standort Oberkirch zu identifizieren.

6.2 „Informationsobjekte“

6.2.1 Definitionen

Ein wesentliches Element der vorliegenden Konzeption stellt das Basiselement *Informationsobjekt (IO)* dar, das an dieser Stelle eingeführt wird. Wie in den vorigen Abschnitten erläutert, werden im *kollektiven Informationsraum* die Strukturinformationen zu *Informationsobjekten* repräsentiert. Diesen *Informationsobjekten* werden die Funktionen Generieren und Nutzen von Information zugewiesen.

Informationsobjekte sollen einerseits kohäsiv geschlossen sein, andererseits eine gewisse Kontextoffenheit besitzen. Das bedeutet, daß *Informationsobjekte* einerseits eine für sich alleine stehend abgeschlossene und verständliche Informationseinheit bilden. Andererseits können sie in weiteren Kohärenzfeldern, nicht ausschließlich im Entstehungskontext, genutzt werden können. Sie werden über Namen etikettiert und müssen prinzipiell untereinander referenzierbar sein. *Informationsobjekte* können zu größeren Objekten aggregiert werden.

Informationsobjekte entsprechen prinzipiell den Knoten in einem Hypertext-System, wobei der Objektbegriff hier in erweiterter Form gefaßt wird, indem nicht nur textuelle Inhalte zugewiesen werden können, sondern alle Arten multimedialer Formen in *Informationsobjekte* integrierbar sind. Zusätzlich werden für die Generierung dynamischer Informationsteile Methoden, bzw. Methodenaufrufe benötigt, die ebenfalls als Referenzen Bestandteile von *Informationsobjekten* werden können. Während bei den sog. Modularpaketen die Integration meistens über eine gemeinsame Datenbank erfolgt, ermöglichen *Informationsobjekte* eine lose Kopplung unabhängiger Anwendungen.

Der Aufbau von *Informationsobjekten* kann einerseits auf manuellem Weg mit geeigneter Software¹⁰⁰ oder in automatisierter Weise über einen „Mittler“ als Austauschmedium erreicht werden. Die Open Applications Group (OAG)¹⁰¹ hat eine auf Dokumenten basierendes Protokoll¹⁰² definiert. Da Teile der Daten- und Prozeßmodelle synchronisiert

¹⁰⁰ Die derzeit verfügbaren „Office-Anwendungen“ wie beispielsweise Microsoft-Word oder Excel, sowie spezifischere Anwendungen wie beispielsweise Microsoft-Frontpage ermöglichen die Erstellung von Hyper-Media-Dokumenten und ihre Konvertierung in Webseiten.

¹⁰¹ Die OAG ist eine Non-Profit-Organisation, die eine Integration betriebswirtschaftlicher Anwendungen unterschiedlicher Softwarehersteller fördert.

¹⁰² OAGIS = OAG Integration Specification

werden müssen, wurden Definitionen¹⁰³ von Daten und Prozessen festgelegt. Die OAG kompatiblen Anwendungen nutzen über ein Data-Dictionary gemeinsam diese Definitionen. Die technische Integration stellt Dienste auf der Systemebene zur Verfügung. Diese regeln die Kommunikation von Anwendungen und damit die betriebswirtschaftlichen Funktionen¹⁰⁴.

Für die vorliegende Konzeption der *Informationsobjekte* ist die Anwendungsintegration interessant, wenn es gelänge den Ansatz der OAG in Standardanwendungen wie z.B. SAP R/3 zu integrieren und womit konzeptionell der Zugriff auf die gesamte R/3-Funktionalität über *Informationsobjekte* gegeben wäre.

Informationsobjekte bestehen aus Fragmenten von Text, Graphik, Video oder anderen Informationen und sind die eigentlichen Informationsträger, die in der Form eines semantischen Netzes miteinander verknüpft sind. Nach welchen Regeln und Kriterien müssen Informationen zu *Informationsobjekten* abstrahiert werden?

Entscheidend für die Bildung eines *Informationsobjektes* ist der semantische Zusammenhang der Informationen. Normalerweise ist ein *Informationsobjekt* die kleinste, für den Benutzer ansprechbare Informationseinheit. Die *Informationsobjekte* enthalten Texte, Graphiken und weitere Elemente, die den Benutzer des Informationsnetzes informieren.

¹⁰³ Weitere Informationen finden sich unter <http://www.openapplications.org> [Sept. 1997]

¹⁰⁴ Als mögliches Anwendungsbeispiel sei hier die Integration der *Auftragsverwaltung* mit der Funktion *Offenen Posten Debitoren* des Rechnungswesens erläutert. Die *Auftragsverwaltung* kann prinzipiell zwei Business Object Documents, *OffenenPostenLaden* und *KundePflegen*, an die Funktion *Offenen Posten Debitoren* senden. Im ersten Fall wird ein Beleg an die Buchhaltung übertragen. Im zweiten Fall müssen die Stammdaten, die redundant in beiden Systemen gehalten werden, aufeinander abgestimmt werden. Die Stammdatenhoheit liegt dabei bei der Auftragsverwaltung und nicht beim externen Rechnungswesen.

In Anlehnung an HORN /163/ werden fünf Grundprinzipien für eine Informationsfunktion eines *Informationsobjektes* definiert:

➤ **Zentrierung**

Unter „Zentrierung“ wird verstanden, daß alle Informationen aus der Perspektive des Nutzers auf einen wesentlichen Punkt hin fokussiert sein sollten.

➤ **Kohäsive Geschlossenheit**¹⁰⁵

Jedes *Informationsobjekt* muß in kohäsiver Sicht autonom sein und sollte für sich genommen verstanden werden können. Die Forderung nach kohäsiver Geschlossenheit widerspricht nicht der Forderung nach Aggregation und Einbettung in den Kontext anderer *Informationsobjekte*.

➤ **Folgerichtigkeit**

Jedes *Informationsobjekt* sollte terminologisch und formal konsistent organisiert sein und keine impliziten Bezüge aufweisen. Kontextinformationen sollten mit Überschriften oder graphischen Übersichten, die u.U. weitere Erklärungen enthalten, dargestellt werden.

➤ **Aggregation**

Hierunter wird das Zusammenfassen von Informationen in anwendbare Einheiten verstanden. Dabei wird eine Bildschirmseite füllende Informationsmenge als nutzbar angesehen.

➤ **Identität**

Dieses Prinzip bedeutet, daß jedes *Informationsobjekt* eine eindeutige Identifikation, einen Label, Namen oder kennzeichnendes Etikett besitzen sollte.

Informationsobjekte im Sinne des *kollektiven Informationsraumes* stellen dynamische Systemelemente dar, die sowohl konkrete als auch abstrakte Objekte sein können. Sie werden durch Attribute definiert und können aus „Informationselementen“, physikalischen Objekten oder weiteren *Informationsobjekten* aggregiert werden. Informationselemente sind solche Informationen, die als unteilbar angesehen werden können. Sie repräsentieren die niedrigste Ebene der Informationszerlegung.

Informationsobjekte können gemäß semantischen Informationsmodellen mit Hilfe von Abstraktionsmechanismen oder Objektbeziehungen in Beziehungen zueinander gebracht werden. Bei den Abstraktionsmechanismen wird zwischen den beiden Typen „generalisie-

¹⁰⁵ Es ist offensichtlich problematisch, einerseits eine kohäsive Geschlossenheit zu fordern, die letztendlich nur über die Ausprägung des Begriffes *Wissen* definiert werden kann und andererseits beliebige Formen multimedialer Darstellungen zuzulassen. Es wird deshalb eine pragmatische Behandlung dieses Definitionsdilemmas vorgezogen, denn letztendlich entscheidet der jeweilige Anwender was als Information aufgefaßt wird. Als Funktion von Informationsobjekten wird deshalb die Darstellung und Vermittlung von Informationen im Handlungskontext des Anwenders definiert.

rend“ und „aggregierend“ unterschieden. Bei „generalisierend“ wird ein *Informationsobjekt* basierend auf einem übergeordneten *Informationsobjekt* spezifiziert. Papiermaschinen, Rollmaschinen oder Prägekalender sind alles Maschinen. Produktionsanlage ist dann z.B. die Generalisation vom Typ Maschine. Bestehen existente Abhängigkeiten zwischen einem Teil und dem Ganzen wirkt der Abstraktionsmechanismus „aggregierend“. Dabei kann ein *Informationsobjekt* nicht existieren, wenn die dazugehörenden Ereignisse nicht existieren.

Wenn weder Generalisation noch Aggregation möglich ist, können Beziehungen (Links) definiert werden. Damit können Querverweise aufgebaut und zusätzliche Informationsquellen integriert werden. Mit Hilfe von aktiven Beziehungen können die im System verfügbaren Methoden dynamisch aktiviert werden. Somit können in einem *Informationsobjekt* einerseits Methoden zur Simulation von Auftragsreihenfolgen genutzt oder Prognosen über umweltrelevante Auswirkungen erstellt und andererseits die daraus gewonnenen Kenntnisse mit Grenzwerten oder Auflagen verglichen und zur verbesserten Entscheidungsfindung genutzt werden.

In Abbildung 20 ist der Aufbau eines *Informationsobjektes* und der zugehörigen Elemente dargestellt. Ein *Informationsobjekt* kann einerseits aus Basisinformationen, den Informations-elementen, aufgebaut sein, oder andererseits aus bereits vorhandenen *Informationsobjekten* aggregiert werden.

Die interne Struktur der *Informationsobjekte* kann nach folgendem Schema charakterisiert werden:

➤ **typisierte Informationsobjekte**

Das typisierte *Informationsobjekt* legt die Inhaltsart fest. Zur Unterscheidung der inhaltlichen Struktur wird jedem Objekt ein Objekttyp¹⁰⁶ zugeordnet.

➤ **semistrukturierte Informationsobjekte**

Die semistrukturierten *Informationsobjekte* bestimmen die Inhaltsstruktur. Durch Schablonen können z.B. Informationsstrukturen zur PROBLEMBESCHREIBUNG, PROBLEMANALYSE oder ALTERNATIVEN definiert werden. Durch eine interne Strukturierung können gegebenenfalls Software-Agenten für Auswertungen eingesetzt werden.

➤ **komplexe Informationsobjekte**

Koehler

Verfahrensanweisung	Qualität
	Sicherheit
	Umwelt
	1701004

Planung und Durchführung von Audits

II/17.1 Zielsetzung

II/17.1. Zielsetzung:

Interne Audits dienen der Aufrechterhaltung und Verbesserung der Wirksamkeit unseres QSU-M-Systems.

II/17.3. Begriffe:

Audits = Eine systematische und unabhängige Untersuchung, um geeignet sind. (DIN EN ISO 8402)

Abweichung = Differenz zwischen festgelegtem Verfahren laut Q-S-U

Korrekturmaßnahmen = Maßnahmen zur Beseitigung der Ursachen eines vorhar (DIN EN ISO 8402)

Statistische Methode

Checkliste-Nr. 18.08.006

Informationsbeziehung zu Methoden

Informationsbeziehung zu physikalischem Objekt

Informationsbeziehung zu Informationsobjekt

Identifikation durch Name/Label

Informationsbeziehung zu Informationsobjekt

Erstellt: Büro QMB
Seite: 1
geprüft: QMB: Hr. I
freigegeben: QMB: Hr. Harz
Verteiler/Schulung: Vorstand, GL
Revision: 4
Gültig ab: 01.03.98

Seite <http://erni.danf.fr-offenburg.de/objekt2/default7.asp?QSU8ereich=Qualität&QSUCode=1701004>

Abbildung 20: Aufbau und Struktur von Informationsobjekten am Beispiel einer Verfahrensanweisung.

Werden mehrere *Informationsobjekte* nach bestimmten Gesichtspunkten zusammengefaßt, entstehen komplexe *Informationsobjekte*. Komplexe *Informationsobjekte* werden wie ein einzelnes *Informationsobjekt* behandelt, mit eigenem Label und eigenen Modifikationen. Die Subobjekte eines komplexen *Informationsobjektes* können abgetrennt und neu angeordnet werden. Damit bieten komplexe *Informationsobjekte* eine gute Möglichkeit Informationen nach gewissen Gesichtspunkten zusammenzufassen und übersichtlich zu visualisieren. Eine Inhaltsübersicht z.B. in Listenform kann ein komplexes *Informationsobjekt* sein. Alle Einzelpunkte der Übersicht sind eigenständige *Informationsobjekte* und bilden die Listenelemente des komplexen *Informationsobjektes*.

¹⁰⁶ Art des Mediums oder Dokumenttypes wie z.B. Text, Video, Grafik, Blockschaltbild oder CAD-Zeichnung)

6.2.2 Objektberechtigungen („Kümmerer“¹⁰⁷ und Verfalldatum)

Liegt ein Informationsbedarf vor, kann die benötigte Information durch einen gezielten Zugriff über die Strukturierung oder über Softwareagenten zunächst im lokalen Informationsraum gesucht werden. Ist die gesuchte Information vorhanden, kann diese genutzt aber nicht verändert werden. Die Rechte an den *Informationsobjekten*, aber auch die Pflicht der Aktualisierung, liegen beim „Besitzer“ des jeweiligen *Informationsobjektes*.

Ist die gesuchte Information nur unvollständig vorhanden, kann in einem Abstimmungsprozeß mit dem „Besitzer“ eine entsprechende Erweiterung erfolgen. Dieser Prozeßschritt kann gegebenenfalls durch eine integrierte Workflow-Komponente unterstützt werden.

Sollten die Erweiterungen zu umfangreich sein, werden neue kleinere *Informationsobjekte* genutzt, die einen schnelleren Zugriff auf spezifische Informationen erlauben.

Ist die Information noch nicht vorhanden, ist der „Nachfrager“ verpflichtet, diese Information zu beschaffen und in den kollektiven Informationsraum zu integrieren. Mit der Neuerstellung eines *Informationsobjektes* wird dieses Objekt indiziert und mit einem Verfalldatum gekennzeichnet. Nach Ablauf dieses Verfalldatums wird der „Besitzer“ des *Informationsobjektes* aufgefordert die Aktualität zu überprüfen und erneut für eine allgemeine Nutzung freizugeben oder mit den Attributen „in Überarbeitung“ oder „gesperrt“ zu kennzeichnen. Gleichzeitig erhält der „Besitzer“ eines *Informationsobjektes* Hinweise über die Häufigkeit des Zugriffes auf das *Informationsobjekt* und den Zeitpunkt des letzten Zugriffes. Dies ermöglicht zu prüfen, inwieweit „sein“ *Informationsobjekt* von allgemeinem Interesse ist und ob sich eine weitere Pflege lohnt.

Werden *Informationsobjekte* aktualisiert, geändert oder sollen *Informationsobjekte* eventuell gelöscht werden, werden die Nutzer der *Informationsobjekte* mit Hilfe der Beziehungsmatrix und einer Workflow-Komponente informiert. Hierzu werden neben den Email-Möglichkeiten, die von den Internet-Technologien bekannten Push- oder Broadcast-Medien¹⁰⁸ genutzt. Dabei handelt es sich um Lösungen, die darauf ausgerichtet sind, den Anwender laufend mit zuvor definierten Inhalten zu versorgen. In diesem Fall werden vom

¹⁰⁷ Als „Kümmerer“ wird in Anlehnung an den Sprachgebrauch des analysierten Unternehmens der Objekt-Besitzer bezeichnet.

¹⁰⁸ Ein kommerzielles Beispiel dieser Technik stellt die Channel-Technologie der Fa. Microsoft Corp. dar. Die Inhalte können durch den Nutzer abonniert werden und bieten damit aktuelle Informationen auf dem Browser des Client an. Vgl. <http://www.microsoft.com/research/channel.htm>

Client des Anwenders aus Agenten in bestimmten Zeitintervallen oder Situationen entsendet, um neue Informationen aus verschiedenen Quellen zusammenzutragen. Gelöschte Objekte werden für eine Übergangszeit in einem „elektronischen Papierkorb“ gehalten und danach endgültig entfernt.

Durch diese Vorgehensweise wird erreicht, daß

- die *Informationsobjekte* im System sind, die auch wirklich benötigt werden,
- die vorhandenen *Informationsobjekte* aktuelle Inhalte besitzen,
- Informationen nicht redundant unter dem gleichen Informationsaspekt gespeichert sind und
- benötigte Informationen möglichst schnell im System verfügbar werden, da alle Mitarbeiter „ihre“ Informationen bereitstellen und pflegen.

6.2.3 Strukturoperationen

Unter Strukturoperation werden zwei Operationen, Aggregation und Generalisierung, verstanden. Mit diesen beiden Operationen, können Informationsobjekte in geeigneter Weise neu strukturiert werden.

Mit der Operation *Generalisierung* werden mehrere Informationsobjekte zu einem neuen Objekt verallgemeinert. Sind beispielsweise verschiedene Informationsobjekte mit ähnlichem Informationsinhalt für mehrere Papiermaschinen vorhanden, die Produktionsparameter präsentieren, so kann man diese Informationsobjekte unter einem neuen generalisierten Informationsobjekt „Produktionsparameter Papiermaschine“ zusammenfassen. Die spezifischen Daten werden in Abhängigkeit der Nutzerinformationen in das generalisierte Informationsobjekt zur Laufzeit integriert. Dieser Abstraktionsmechanismus soll den Informationsraum übersichtlicher machen. Gleichzeitig wird ein Kommunikationsmechanismus zwischen den einzelnen „Besitzer“ der Informationsobjekte angestoßen, der gemeinsame Informationssichten zu unterstützen hilft.

Mit Hilfe der *Aggregation* werden mehrere Informationsobjekte oder Segmente (Information-Element) von Informationsobjekten zu einem neuen Informationsobjekt zusammengefaßt. Beispielsweise wurde ein Informationsobjekt „Wärmefracht-Gewerbekanal“ erstellt, das über ein Prozeßvisualisierungssystem Temperaturen aus verteilt installierten Steuerungen (SPSen) abrufen kann und mit Hilfe einer Methode „Neuronales Netzwerk“ eine Wärmefracht-Prognose der nächsten 24 Stunden ermöglicht.

Dieses Informationsobjekte ist natürlich für mehrere unterschiedliche Aufgabenstellungen und Informationssichten relevant. Die Mitarbeiter des Teams „Genehmigungspflichtige Anlagen“ benötigen dieses Informationsobjekt in Verbindung mit Informationsobjekten die Grenzwerte und Auflagen enthalten. Die Produktionsplanung kann mit diesen Informationen die Zeitpunkte organisatorischer Stillstände der Papiermaschinen u.U. in die Abendstunden verschieben und damit Grenzwertüberschreitungen der Wärmefracht verhindern. Sie benötigen hierzu natürlich Informationsobjekte die Lagerbestände, Auftragssituation oder Prozeßfolgen enthalten.

Die Benutzer können mit diesem erweiterten Konzept der Informationsobjekte ihre spezifische Sicht auf originäre Daten entwickeln, ohne daß weitere Datenbestände aufgebaut werden müssen. Lediglich die spezifische Kombination vorhandener Informationsobjekte muß als Strukturinformation in den kollektiven Informationsraum eingefügt werden. Abbildung 21 verdeutlicht die unterschiedlichen Informationsbedürfnisse unterschiedlicher Funktionen. Die Aggregation von Informationsobjekten zu neuen Informationsobjekten aus der Sichtweise des individuellen Nutzers verdeutlicht Abbildung 22.

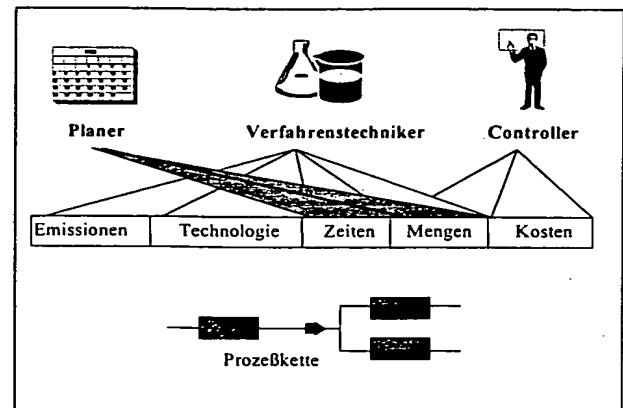


Abbildung 21: Sichten unterschiedlicher Ausprägung mit divergierenden Informationsbedürfnissen auf eine gemeinsame Prozeßkette.

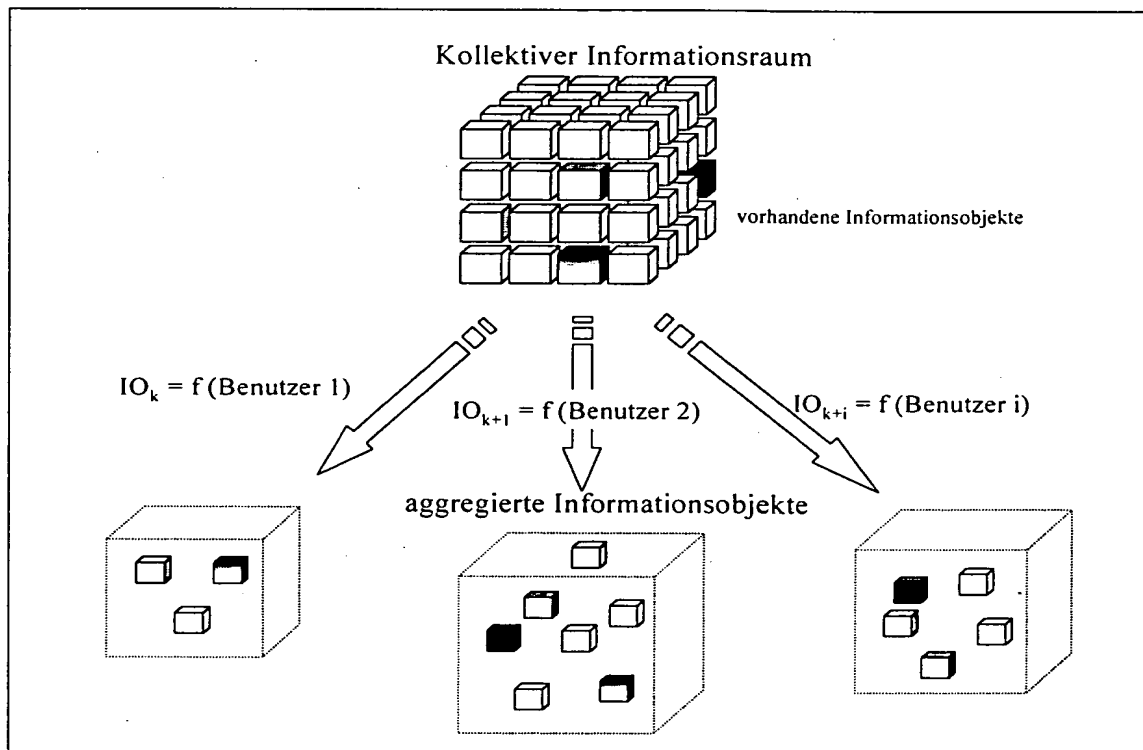


Abbildung 22: Entwicklung dynamischer Kohärenzfelder in Form aggregierter Informationsobjekte aus bestehenden Informationsobjekten des kollektiven Informationsraumes.

6.2.4 „Information-Beziehungen“ von Informationsobjekten

Eine Ansammlung von einzelnen Informationsobjekten ergibt jedoch noch keinen kollektiven Informationsraum. Erst durch den Aufbau von Relationen zwischen den Informationsobjekten zu einem semantischen Netzwerk, und das Einbeziehen ihrer Funktion im Gesamtkontext¹⁰⁹ macht aus Informationsfragmenten einen kollektiven Informationsraum. Daher wird an dieser Stelle ein weiteres wichtiges Basiselement die „*Information-Beziehung (IB)*“ eingeführt. Mit diesen *Information-Beziehungen* werden dynamische Verbindungen zu weiteren Objekten, Informationsobjekte bzw. physikalische Objekte, oder zu spezifischen Methodenbausteinen hergestellt. Eine *Information-Beziehung* wird technisch mit einem Hyperlink realisiert, geht aber aufgrund der erweiterten Funktionen über die übliche Funktion als Sprungmarke hinaus.

Ein wesentlicher Bestandteil der neuartigen Konzeption stellt die Gleichbehandlung von *Informationsobjekten* und *Information-Beziehungen* dar¹¹⁰. *Information-Beziehungen* werden neben den Informationsobjekten als eigenständige Objekte aufgefaßt und wie diese in einer Datenbank gespeichert.

Information-Beziehungen werden einerseits entsprechend den bisherigen Ansätzen durch einen Quellen-Anker und durch einen Ziel-Anker definiert. Diese Beziehungsart ist für den Aufbau sinnvoller Kohärenzfelder im technischen Umfeld jedoch nicht ausreichend. Deshalb wird eine zweite Beziehungsart eingeführt. *Information-Beziehungen* werden durch Strukturparameter, welche die Strukturdimensionen des kollektiven Informationsraumes beschreiben, erweitert. Beziehungen zwischen Informationsobjekten stellen sinnvolle Zuspätschneidspfade zu in sich kohärenten Teilbereichen aus dem gesamten Informationsraum dar. Erst die sinnvolle Kombination aus Informationsobjekten und *Information-Beziehungen* konstituiert einen adäquaten kollektiven Informationsraum.

¹⁰⁹ Unter Gesamtkontext wird hier nicht nur ein semantischer Kontext verstanden, sondern auch die Relevanzkriterien aus der Sicht des jeweiligen Anwenders.

¹¹⁰ Vgl. hierzu auch den Ansatz von Hyper-G das an der Technischen Universität Graz seit Anfang der 90er Jahre entwickelt wird. Das Hyper-G Konzept besteht u.a. aus einem Hyper-G-Server der seinerseits aus drei Servern besteht: Im Dokumenten-Server werden die eigenen Dokumente abgelegt, im Verweis-Server werden die Verweise zwischen Dokumenten verwaltet, und der Volltext-Server enthält u.a. einen Volltextindex für alle Textdokumente des Dokumentenservers. Bestandteil des Konzeptes ist ein eigenes Hyper-G Text-Format (HTF). Das Hyper-G Konzept stellt die derzeit interessanteste Weiterentwicklung der populären Internet-Informationssysteme wie Gopher, WAIS und WWW dar. Weitere Informationen finden sich unter: <http://iicm.tu-graz.ac.at/pub/Hyper-G/doc/report333.txt> / <http://iicm.tu-graz.ac.at/pub/Hyper-G/doc/report341.ps> / <http://iicm.tu-graz.ac.at/pub/Hyper-G/doc/report388.ps>

95

6.2.4.1 Beziehungsarten

Wie vorab erläutert, werden zwei Beziehungsarten zwischen Informationsobjekten zur Bildung von Kohärenzräumen unterschieden:

- Beziehungen aufgrund von Verweisen, die durch das Generalisieren oder durch Aggregation entstehen.
- Beziehungen, die sich aufgrund der Einordnung in die Struktur des kollektiven Informationsraumes ergeben.

Information-Beziehungen der Beziehungsart „Verweis“, in der realen Umsetzung einer Browserumgebung als Hyperlink realisiert, sind das charakterisierende Merkmal von Hyper-Media-Systemen. Ein Hyperlink stellt eine Relation von einer als Ausgangspunkt (Quellen-Anker) gekennzeichneten Stelle in einem Informationsobjekt zu einem Ziel (Ziel-Anker) her. Das Ziel eines Hyperlinks kann nicht nur ein anderes Informationsobjekt, sondern auch ein Frame aus Informationsobjekten oder ein als Ziel definierter Teil eines Informationsobjektes sein. Weitere Zieltypen stellen Referenzen auf physikalische Objekte und Methodenaufrufe dar.

Information-Beziehungen der Beziehungsart „Struktur“ bestehen neben einer URL¹¹¹ aus einem Satz von Parametern, welche die Einordnung in die Struktur des kollektiven Informationsraumes beschreiben. Eine URL setzt sich normalerweise zusammen aus:

<Dienst>://<Host>/<Pfad>/<Datei>.

Dieses Prinzip wird wesentlich erweitert¹¹². Die Teile *<Dienst>://<Host>/<Pfad>* bleiben wie bisher erhalten und werden durch *Methoden* mit zugehörigen Parametern erweitert. Ein entsprechender Befehlssatz setzt sich dann folgendermaßen zusammen:

http://www.firma.de/Info/Methode.asp?Primaerprozess=0.2.3.6&Informationsaspekt=0.1.1&Wirkungsbereich=0.4.3.6&DokTyp=0.1.2

Der erste Abschnitt, *http://www.firma.de/Info/*, entspricht einer normalen URL. Der daran anschließende Teil beschreibt zunächst eine *Methode*, z.B. *Methode.asp?*, mit den zugehörigen Strukturparametern. Dieses erweiterte Lokalisierungskonzept wird nachfolgend ausführlich erläutert.

¹¹¹ URL Uniform Resource Locator; siehe Abschnitt *Lokalisierung von Informationsobjekten*

¹¹² Siehe auch Abschnitt *erweiterte URL*

Die erweiterten Relationen werden in der Datenbank verwaltet. Die zusätzlichen Strukturinformationen stellen eine wesentliche Erweiterung bei der Gestaltung von Kohärenzfeldern¹¹³ dar. Außerdem kann damit eine verbesserte Verweiskonsistenz in den Informationsstrukturen gewahrt werden.

6.2.4.2 Geeignete Charakterisierung von Information-Beziehungen

Üblicherweise dienen Kanteninformationen in Hyper-Media-Systemen dazu, dem Benutzer während des Navigierens geeignete Nachfolgeknoten anzuzeigen. Diese zusätzlichen Informationsmöglichkeiten sind für ein technisches Informationssystem besonders relevant, da mit diesen Informationen dem Benutzer mögliche Kohärenzfelder aufgezeigt werden können, die der bei Bedarf zur weiteren Entscheidungsunterstützung heranziehen kann.

In der Literatur sind mehrere Methoden beschrieben worden. Daher werden hier lediglich die für das technische Umfeld relevanten Arten erläutert:

- Charakterisierung mit vorgegebenen Beziehungs-Typen,
- Charakterisierung durch Benennung mit anwenderspezifischen Begriffen,
- Charakterisierung durch „Post-it“ Informationen.

Beziehungs-Typen stellen eine einfache Art von Beziehungsinformationen dar. Wird die Anzahl der Typen auf ein sinnvolles Maß beschränkt, erhält der Benutzer kompakte und gut visualisierbare Zusatzinformationen. Wird nur die Typisierung verwendet, ergibt sich die Motivation Information-Beziehungen zu verfolgen nur aus dem aktuellen Kontext.

Werden Information-Beziehungen mit „*anwenderspezifischen Begriffen*“ benannt, bekommt der Benutzer einen knappen Hinweis darüber, welche neue Informationen zu erwarten sind. Diese Charakterisierung bedarf einer exakten Definition der Gemeinsamkeiten und Begriffe. Die Qualität der Benennung hängt stark von der Disziplin der Autoren ab. Die mit der Benennung verbundene Arbeit wird oft als kognitive Mehrbelastung empfunden.

„*Post-it Informationen*“ stellen eine Kurzbeschreibung des folgenden Informationsobjektes in Form eines Abstract dar, die beispielsweise beim Anwählen des Verweises angezeigt wird. Die Beschreibung erlaubt einem Benutzer festzustellen, ob sich ein Navigieren zum

¹¹³ Siehe auch Abschnitt *Adjazenz-Matrix*

referenzierten Informationsobjekt lohnt oder nicht (siehe auch Abbildung 23, es werden in einer kurzen Form Ortsinformationen zur Schallmessung vermittelt).

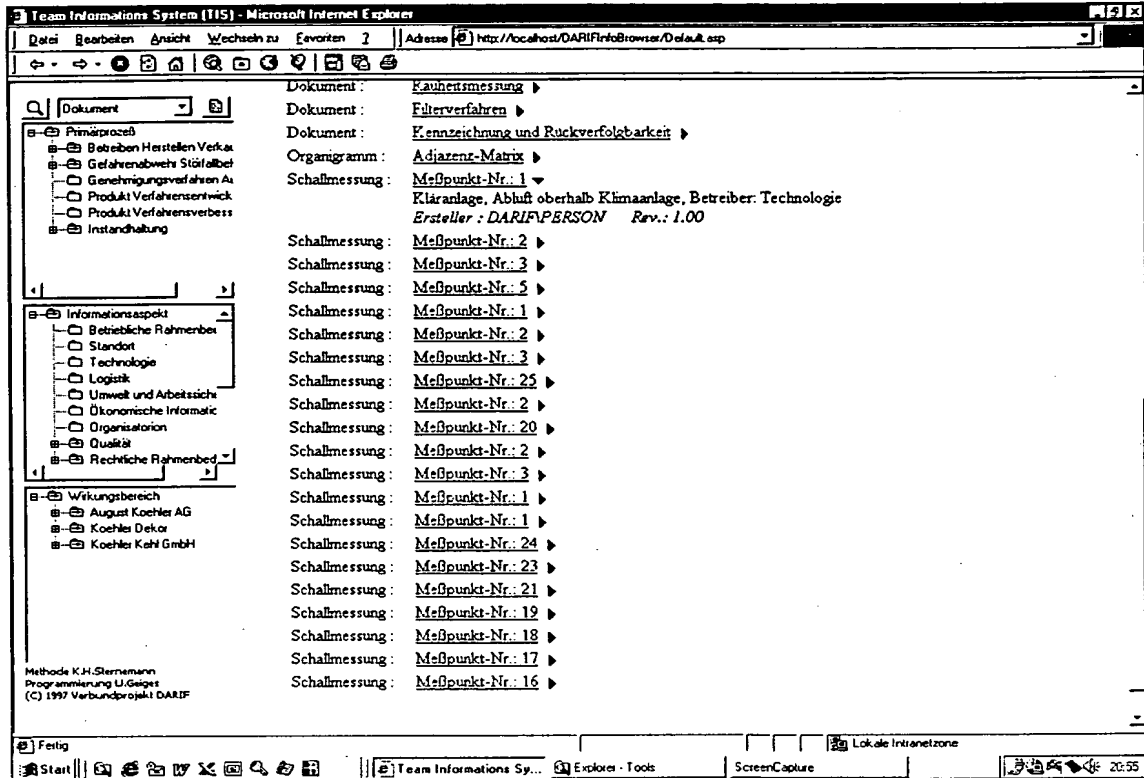


Abbildung 23: Beispielhafte Darstellung von Metainformationen einer Information-Beziehung in Form eines Abstract vom Typ „Post-It“.

Diese Charakterisierungsarten schließen sich gegenseitig nicht aus. Für das vorliegende Konzept werden die beiden Arten *Typisierung* und „*Post-it Informationen*“ kombiniert verwendet. Mit der Typisierung wird die Unterscheidung nach der Informations-Beziehungsart vorgenommen und mit den „*Post-it Informationen*“ wird ein Abstrakt zu den referenzierten Informationsobjekten angeboten. Diese Kombination der Beschreibung der Information-Beziehungen ist für die Bildung von Information-Frames als kontextbezogene Aggregationen relevant.

6.2.4.3 Arten der Information-Beziehungen

Zur Charakterisierung der Information-Beziehungen werden vier Beziehungsarten unterschieden:

- referentielle Information-Beziehungen,
- semantische Information-Beziehungen,
- methodische Information-Beziehungen,
- objektorientierte Information-Beziehungen.

Referentielle Information-Beziehungen ermöglichen das komfortable Navigieren innerhalb der Informationsobjekte. Sie enthalten keine zusätzlichen Beschreibungen. Inhaltsverzeichnisse, eingebundene Tabellen oder Segmente sind Beispiele dieser Beziehungsart.

Semantische Information-Beziehungen weisen auf ähnliche oder weiterführende Informationsobjekte hin. Es werden die oben spezifizierten Charakterisierungen *Typisierung* und „*Post-it*“ *Information* zur detaillierten Beschreibung eingesetzt. Beispielsweise müssen Informationsobjekte im Kontext der Qualitätssicherung mit Informationsobjekten im Kontext des Umweltschutzes oder der Arbeitssicherheit zu neuen Information-Frames aggregiert werden können.

Methodische Information-Beziehungen dienen zur Prozeßintegration. Mit Hilfe dieser Beziehungsart werden unterstützende Methoden und Softwarekomponenten aktiviert. Die Charakterisierungen erfolgt ebenfalls über *Typisierung* und „*Post-it*“ *Information* zur detaillierten Beschreibung der Methode oder der Softwarekomponente. Hiermit wird es beispielsweise möglich, über Java Applets¹¹⁴ oder ActiveX-Controls¹¹⁵ auf Business-Objekte eines SAP R/3 Systems zuzugreifen oder über eine Prozeßvisualisierungskomponente online Prozeßvariable innerhalb eines Informationsobjektes zur Verfügung zu stellen.

¹¹⁴ Java Applets sind eingebundene Codestücke (Applet) einer HTML Seite. Das Applet läuft im Kontext der HTML Seite, diese wiederum wird vom Browser überwacht. Das Applet hat normalerweise keinen Zugriff auf die zugrundeliegende Hardware, was den Funktionsumfang deutlich einschränkt. Java-Code wird auf dem Client in der Java-Virtual-Machine interpretiert und ist damit relativ langsam.

¹¹⁵ ActiveX-Controls sind sprachenunabhängig, aber plattformspezifisch, d.h. ActiveX-Controls können in einer Vielzahl von Sprachen erstellt werden, sind aber in jedem Fall an ein Microsoft-Windows-Betriebssystem gebunden. Im Gegensatz zu Java-Applets, stellen ActiveX-Controls Binärmodule dar und müssen nur beim ersten Zugriff aus dem Netz geladen werden. Vorteilhaft ist das einmalige Laden aus dem Netzwerk und die beschleunigte Ausführungszeit durch die Binäreigenschaften. Siehe auch Chappel /193/.

Objektorientierte Information-Beziehungen erlauben die Referenzierung von realen Objekten. Beispielsweise sind nach wie vor viele Informationen und Dokumente nicht in elektronischer Form existent. Mit dieser Beziehungsart kann auf einen Ablageort oder Ordner verwiesen werden. Eine weitere Einsatzmöglichkeit ergibt sich durch die durchgängige Identifikation auch realer Objekte mit der URL-Systematik. Wird z.B. in einem Wartungsfall ein Lagerschaden diagnostiziert, kann über diese Beziehungsart das physikalische Objekt und alle damit verbundenen Informationsobjekte und Methoden (z.B. eine Lagerbestandsabfrage oder Bestellauslösung) in einen dynamisch gebildeten Informations-Frame integriert werden.

6.2.4.4 Beziehung-Intensitäten

Information-Beziehungen liefern nicht nur die Grundlage für das manuelle Navigieren, sie können auch für das automatische Retrieval und zum Aufbau von Orientierungshilfen gewinnbringend verwendet werden. Ein spezieller Ansatz zur Berücksichtigung von solchen Informationsbeziehungen wird nachfolgend durch die Definition von Beziehungs-Matrizen und Beziehung-Intensitäten aufgezeigt.

Üblicherweise nutzen Information Retrieval Systeme die durch die Kanten ausgedrückte semantische Einbettung der Knoten aus. Dies bedingt jedoch, daß das System die Bedeutung der Kanten mit Hilfe einer Beschreibung erfassen kann. In der Literatur finden sich für klassische Anwendungen von Hypertext-Systemen genügend Retrieval Methoden¹¹⁶, die bei textuellen Dokumenten die klassische Informationssuche wesentlich verbessern. Aufgrund der Medienvielfalt im technischen Umfeld, erscheinen diese Methoden jedoch nur bedingt geeignet.

Wie bereits vorab erläutert, werden Information-Beziehungen als eigenständige Objekte aufgefaßt und in einer Datenbank gespeichert. Wie nachfolgend gezeigt wird, ist diese Trennung der Information-Beziehungen von den Informationsobjekten und ihre Gleichbehandlung für den Aufbau und die Strukturierung eines kollektiven Informationsraumes von entscheidender Bedeutung. Es müssen ausschließlich die Relationen von Informationsobjekten zu Dokumenten, zwischen Informationsobjekten und Methodenaufrufen zur Prozeßintegration in diesem Informationsraum repräsentiert werden. Dadurch wird es prin-

¹¹⁶ Es sei an dieser Stelle auf die Arbeiten von Boy, Croft, Frei, Frisse und Savoy verwiesen.

zipiell möglich, jede Art von Datenhaltung (Datenbanken, File-Systeme, Email etc.) und vorhandene IT-Systeme in den kollektiven Informationsraum zu integrieren.

Der Aufbau betrieblicher Informationssysteme kann mit Hilfe systemtechnischer Elemente formal beschrieben werden. Abbildung 24 stellt die Elemente Informationsobjekt und Informationsbeziehung eines betrieblichen Informationssystems dar. Zwischen den Systemelementen existieren Beziehungen, die gerichteten Graphen¹¹⁷ entsprechen.

Jede dieser Kanten symbolisiert eine eindeutige Informationsbeziehung von Informationsobjekt IO_k zu Informationsobjekt IO_l ($k, l \in N$; $l \neq k$) und wird mit IB_{kl} bezeichnet.

Bei n Systemelementen sind folglich

$$(1) \quad \sum_k^l IB_{kl} = n * (n-1)$$

unidirektionale Kanten existent.

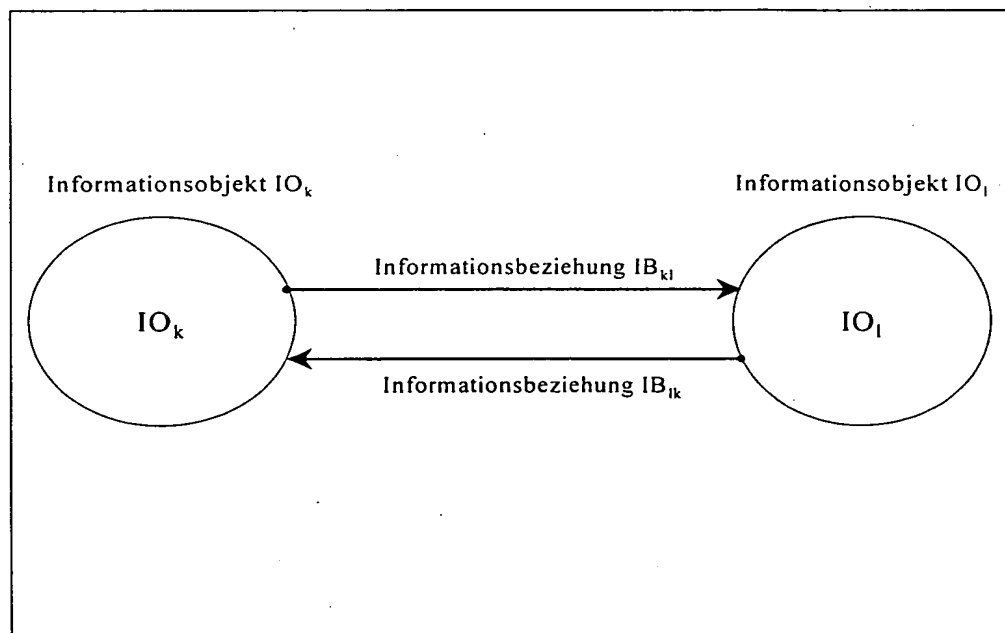


Abbildung 24: Darstellung der Systemelemente eines betrieblichen Informationssystems

¹¹⁷ Ein Graph $G [X, U, f]$ ist eine Zusammenfassung zweier Mengen von Elementargebilden, einer Menge X bestehend aus *Knotenpunkten* x und einer Menge U aus *Kanten* u , sowie einer auf U erklärten Funktion f . Diese wird als *Inzidenzfunktion* bezeichnet, und ordnet jeder Kante u genau ein geordnetes Paar $[x_i, x_k]$ von Knotenpunkten zu.

Betriebliche Informationssysteme und die zugehörigen Informationsobjekte lassen sich somit als gerichtete Graphen darstellen, in dem die Knoten die Informationsobjekte und die Kanten die Informationsbeziehungen zwischen diesen Elementen symbolisieren.

In Abbildung 25 sind vier Informationsobjekte mit den zugehörigen Informationsbeziehungen dargestellt. Entsprechend (1) ergeben sich bei

$$n = 4 \text{ Informationsobjekten}$$

12 unidirektionale Information-Beziehungen.

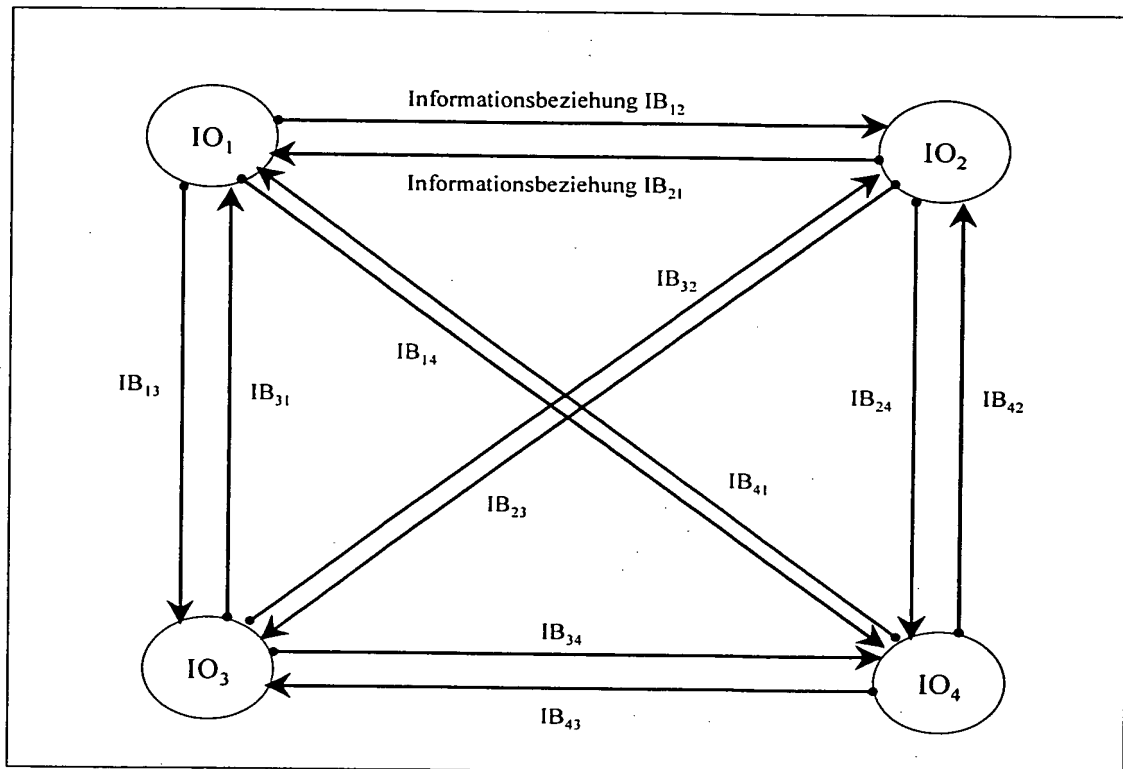


Abbildung 25: Darstellung von 4 Informationsobjekten mit den zugehörigen Informationsbeziehungen in Form gerichteter Graphen.

6.2.5 Adjazenzmatrix¹¹⁸

Da in fast allen höheren Programmiersprachen bereits zwei- und mehrdimensionale Felder definiert sind, bietet sich die zusätzliche Speicherung der Information-Beziehungen als Matrix an. Die Indizes des Feldes stehen dabei für die jeweiligen Kanten- bzw. Knotennummern, die Elemente repräsentieren die Verbindungen zwischen den Netzelementen.

Die Information-Beziehungen werden folglich nicht nur in den Informationsobjekten selbst referenziert, sondern zusätzlich in Beziehungs-Matrizen (BM) verwaltet. Damit sind Vernetzungen mit jedem und auch von jedem anderen Informationsobjekt oder Segmenten davon möglich. Mit dem Aufbau von Beziehungs-Matrizen ist ein rückwärtiges Verfolgen der Information-Beziehungen möglich, da sowohl Quelle- als auch Ziel-Anker bekannt

Die Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes müssen mit Hilfe systemeigener Werkzeuge in den Strukturraum integriert werden. Dabei werden durch den Informationsobjekt-Besitzer die im Informationsobjekt enthaltenen Beziehungen deklariert. Danach werden automatisch alle betroffenen Beziehungs-Matrizen aktualisiert. Durch die erweiterten Navigationsmöglichkeiten über die Beziehungs-Matrizen, kann automatisch der erweiterte Kontext eines Informationsobjektes erkundet werden. Ebenso werden beim Löschen von Informationsobjekten bestehende Beziehungen erkannt und die Benutzer auf die bestehenden Relationen aufmerksam gemacht.

In Abbildung 26 wird ein einfaches semantisches Netzwerk mit 7 Informationsobjekten und zugehörigen Information-Beziehungen dargestellt. Die entsprechende Beziehungsmatrix zu diesem Netzwerk wurde aufgebaut und rechts neben dem Graphen dargestellt. Die Information-Beziehungen zwischen den Informationsobjekten wird deutlich, wobei zwischen den Beziehungsrichtungen unterschieden wird. Dies ermöglicht einen direkten Zugriff auf alle Information-Beziehungen des betrachteten Informationsobjektes.

¹¹⁸ Bei einer Adjazenzmatrix repräsentieren alle in einem Graphen $G(X,U)$ vorhandenen Kanten, die Elemente der Matrix. Jeweils die Zeilen- und Spaltennummer des Elementes stellt die zur Kante inzidenten Knoten dar. Für eine sogenannte unbewertete Adjazenzmatrix gilt:

$$A(G(X,U)) = (a_{ij}) \quad \text{mit } i=1 \dots n \text{ und } j=1 \dots n,$$

$$\text{wobei } a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{falls } (x_i, x_j) \text{ Elem. } U \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Aufgrund dieser Informationen über die jeweiligen Information-Beziehungen der entsprechenden Informationsobjekte können einerseits wichtige Orientierungsinformationen, die dem Anwender die Struktur des Netzwerkes sowie die Position des angewählten Informationsobjektes im Netzwerk verdeutlichen, als auch entsprechende Kontext-Frames generiert werden.

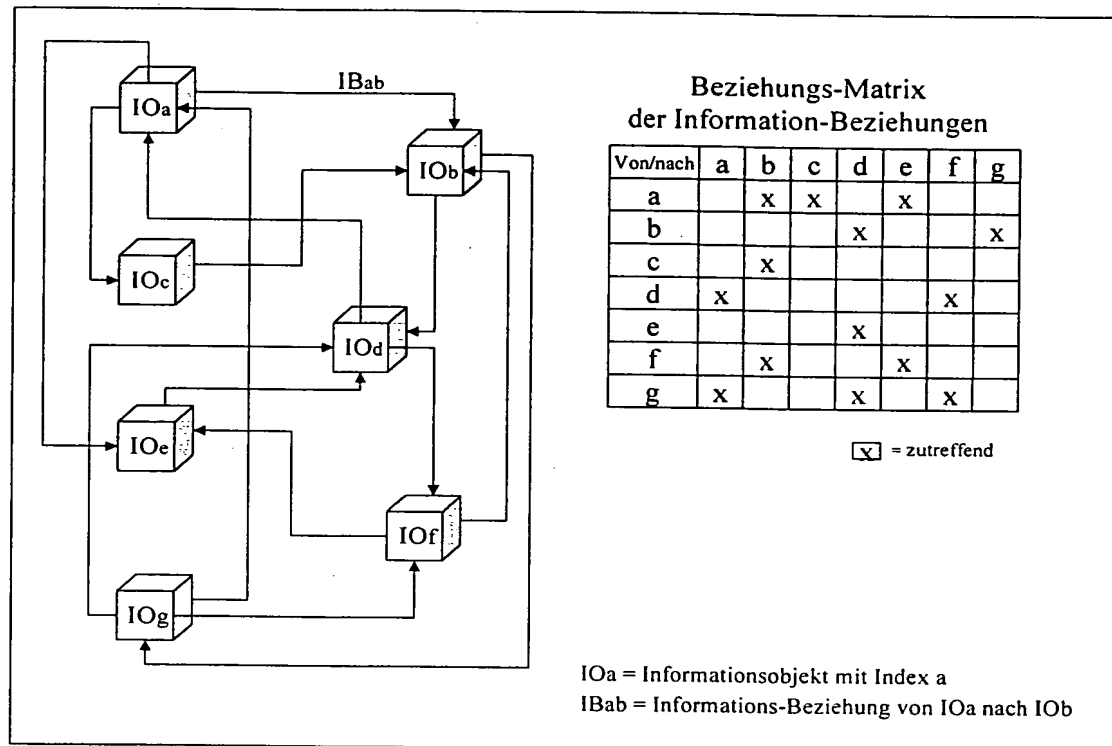


Abbildung 26: Darstellung eines einfachen semantischen Netzwerkes mit der zugehörigen Beziehungs-Matrix

Neben den statischen Information-Beziehungen, können mit den vorhandenen Metainformationen (z.B. Dokumententyp) dynamische Strukturinformationen gewonnen werden, die zur Laufzeit ausgewertet werden und dann gegebenenfalls nur verdichtete (z.B. nur Blockschaltbilder) Information-Beziehungen zur Anzeige bringen.

6.3 Lokalisierung von Informationsobjekten und Ressourcen

Ein einheitlicher Zugriff auf die Informationsobjekte und Ressourcen ist eine entscheidende Voraussetzung für eine konsequente Nutzung. Erst mit einer „selbstverständlichen“ Nutzung eines Informationssystems können die Optimierungspotentiale in der Prozeß- und Betriebsführung genutzt werden. Für einen einheitlichen Zugriff auf unterschiedliche Informationsquellen hat sich bis heute kein einheitlicher Standard durchsetzen können. Die in den Unternehmen vorhandenen Systeme werden auch für lange Zeit die Durchsetzung eines einheitlichen Standards erschweren oder unmöglich machen.

Eine ähnliche Problematik mußte das Internet bei seinem weltweiten Siegeszug überwinden. Die dabei verwendete Lokalisierungstechnik läßt sich auf die betrieblichen Belange übertragen. Im Internet werden Uniform Resource Locators (URLs)¹¹⁹ zur eindeutigen Lokalisierung beliebiger Ressourcen eingesetzt. Durch die schnelle Entwicklung des Internet werden die URLs heute weltweit verstanden und akzeptiert.

Eine URL hat folgenden Aufbau:

<Dienst>://<Host>/<Pfad>/<Datei>.

Eine konkrete URL <http://www.DARIF.fh-offenburg.de/academic/academic.html>¹²⁰ lokalisiert in einer weltweit gültigen Art in Form eines Schemas und einem Pfad eine definierte Ressource. Über den *<Dienst>* wird die Zugriffsmethode festgelegt. Dies ist im World Wide Web (WWW) das Hypertext Transmission Protocol (http)¹²¹. Über den *<Host>* wird der Internet-Rechner angesprochen, auf dem der WWW-Server, z.B. der Server DARIF der main FH Offenburg in Deutschland (.de), installiert ist. *<Pfad>/<Datei>* beschreiben schließlich, unter welchem Pfad die angegebene Datei dort zu finden ist.

Das Schema liefert somit den Hinweis auf das zu verwendende Übertragungsprotokoll (z.B. http: > Hyper Text Transmission Protocol; ftp > File Transmission Protocol). Der

¹¹⁹ Internet Standard RFC 1738;

<http://www.w3.org/hypertext/WWW/Addressing/Addressing.html> (Dez. 1997)

¹²⁰ Die Endung .html weist auf ein Hypertext-Dokument in HTML hin. Vgl.

<http://www.w3.org/hypertext/WWW/MarkUp/MarkUp.html> (Dez. 1997)

¹²¹ Das Protokoll mit dem das Dokument geholt werden kann. Vgl.

<http://www.w3.org/hypertext/WWW/Protocols/HTTP/HTTP2.html> (Dez. 1997)

Pfad gibt den Ort der Ressource an, bestehend aus //Host/Server/Domain/weitere Spezifikation.

Die Lokalisierung von Informationsobjekten über eine URL bringt insbesondere in Bezug auf die Konsistenz dieser Verweise schwerwiegende Probleme mit sich. Daher wird für die vorliegende Konzeption eine neuartige Erweiterung des Lokalisierungsprinzips mit URL vorgeschlagen, das im folgenden Abschnitt erläutert wird.

Um plattformunabhängige Hypertext-Dokumente im WWW erzeugen zu können, verwendet man die Hypertext Markup Language (HTML). HTML bietet insbesondere die Möglichkeit aus einem Text heraus einen Verweis zu einem anderen Dokument definieren zu können.

Beschränkt man sich auf ein unternehmensinternes System, können mit kommerziellen Systemen nicht nur HTML Objekte visualisiert werden. Sind die Funktionalitäten nicht bereits integriert, können diese mit „Plug-Ins“ nachträglich eingebracht werden. Damit wird es möglich, die Dokumente eines „Office-Paketes“ (z.B. Word-Dokumente, Excel-Sheets oder Access-Tabellen) oder CAD-Zeichnungen im Computer-Graphics-Metafile (cgm)¹²² Format anzuzeigen und zu bearbeiten. Beachtenswert sind in diesem Zusammenhang neben den Standardapplikationen die Entwicklungen im Bereich der OPC-Foundation¹²³ (OLE for Process Control - OPC).

6.3.1 „Erweiterte URL“

Wie vorab erläutert, besteht eine URL aus den Angaben *<Dienst>://<Host>/<Pfad>/<Datei>*. Dieses Prinzip wird nun mit *Methoden*¹²⁴ und multidimensionalen Informationsvektoren, als Set zugehöriger Parameter, wesentlich erweitert. Die Teile *<Dienst>://<Host>/<Pfad>* bleiben wie bisher erhalten. Anstelle einer direkten

¹²² Vgl. URL: <http://www.w3.org/Graphics/Overview.html> [Mai 1998]

¹²³ OPC-Foundation: URL: <http://www.industry.net/opc/PPCSpec.htm> (Dez. 1997)

¹²⁴ Die definierten *Methoden* stellen Dienste in verteilter Systemumgebung dar. Ein Methodentyp legt verbindlich die Signatur und Semantik für alle Dienste fest, welche dem Methodentyp zugeordnet sind. Während in verteilten Systemen Client- und Server-Software anwendungsspezifisch sind, wird bei den WWW-Technologien lediglich ein WWW-Browser und ein WWW-Server als gemeinsame Plattform benötigt. Dienste liegen als statische Dokumente vor, die zwischen WWW-Server und Browser übertragen werden. Die bisherigen Dienste im WWW beschränken sich auf konventionelle Verzeichnis- und Suchdienste wie beispielsweise die Suchmaschine von Alta Vista. Siehe hierzu auch: Schulzrinne, H.: World Wide Web: Whence, Whiter, What Next? In: IEEE Network, März/April 1996, Vol. 10 No2, pp 10-17. Der kombinierte Ansatz der vorliegenden Arbeit mit *Methoden* für verteilte Systeme auf der Basis von WWW-Technologien wird im Kapitel *Architektur der flexiblen Kopplung*, bzw. im *Anhang A* ausführlich dargestellt.

Dateiangabe wird eine Methode <z.B. *Methode.asp*> aufgerufen. Dieser Methode wird ein Set von Parametern als multidimensionaler Informationsvektor mitgegeben, der eine eindeutige Identifikation im Strukturraum ermöglicht. Ein entsprechender Befehlssatz setzt sich folgendermaßen zusammen:

http://www.firma.de/Info/Methode.asp?Primaerprozess=0.2.3.6&Informationsaspekt=0.1.1&Wirkungsbereich=0.4.3.6&DokTyp=0.1.2

Der erste Abschnitt, *http://www.firma.de/Info/*, entspricht einem normalen URL Aufbau. Der daran anschließende Teil definiert eine Methode, *Methode.asp?*, mit den zugehörigen Informationsvektor für die Dimensionen *Prozess*, *Informationsaspekt*, *Wirkungsbereich* und *Dokumenten-Typ*.

Die Methoden stehen in einer Middleware zur Verfügung. Sie lokalisieren aufgrund der Parameter die Informationsobjekte im kollektiven Informationsraum und liefern einen Satz an Information-Beziehungen zurück, die dem angegebenen Information-Frame entsprechen. Der Nutzer kann nun mit Hilfe der zurückgelieferten Information-Beziehungen die Informationsobjekte anwählen und bearbeiten.

Wurde durch den Benutzer bei den Strukturinformationen eine detaillierte Auswahl getroffen, werden nur eine oder wenige Information-Beziehungen angezeigt werden. Ist die Auswahl weniger detailliert erfolgt, wird ein entsprechend größerer Bereich des kollektiven Informationsraumes durch Information-Beziehungen verdeutlicht werden.

Mit ist es auch weniger geübten oder fachfremden Nutzer möglich, die relevanten Informationsobjekte aus dem kollektiven Informationsraum zu selektieren. Dem geübten Benutzer wird durch eine selektive Wahl in den Strukturdimensionen und Dokumenttypen erleichtert, der jeweiligen Aufgabe zugeordnete Kohärenzfelder als virtuelle Informationsräume abzubilden.

Das eingeführte Lokalisierungskonzept läßt sich durch die Definition der *erweiterten URLs* nicht nur auf betriebliche Informationsobjekte, sondern prinzipiell auf jede Art von Ressourcen anwenden. Neben der Lokalisierung von Informationsobjekten kann damit beispielsweise ebenso weltweit eindeutig eine physikalische Ressource bezeichnet werden.

Der entscheidende Vorteil für die Verweiskonsistenz ergibt sich durch die Speicherung der Information-Beziehungen und zugehöriger Strukturinformationen in einer eigenen Da-

tenbasis. Werden originäre Dokumente verändert, kann über die Beziehungs-Matrizen eine automatische Information der Benutzer erfolgen. Müssen Dokumente in ihren Speicherplätzen verschoben oder umbenannt werden, müssen lediglich die Informationsvektoren in der Datenbank geändert werden. Die Informationsobjekte selbst müssen nicht geändert werden und bleiben aktuell. Sollen Dokumente gelöscht werden, können alle betroffenen Informationsobjekte aufgrund der Information-Beziehungen automatisch ermittelt und ein Abstimmungsprozeß eingeleitet werden.

6.3.1.1 Methoden

Für die Erweiterung des Lokalisierungskonzeptes wurden mehrere Methoden konzipiert und in einer prototypischen Entwicklung implementiert. Die entwickelten Methoden stellen beispielhafte Methoden dar, die für die prototypische Implementation und den Nachweis der Funktionalität des Konzeptes notwendig waren. Diese Methoden müssen bei einer vollständigen Umsetzung des Konzeptes natürlich erweitert und performanter programmiert werden. Es wurden folgende beispielhafte Methoden entwickelt:

➤ **Browser.asp**

Generiert eine HTML-Seite, welche die Browser-ActiveX-Control beinhaltet und aufruft. Zusätzlich werden mittels einer Datenbankabfrage die notwendigen Strukturinformationen aus der Datenbank ausgelesen und in Funktionsaufrufen für die Control eingebettet.

➤ **BrowserSave.asp**

Speichert die neuen bzw. geänderten Strukturinformationen in der Datenbank.
Feature:

Neu : Legt eine neue Struktur in einer der Strukturdimensionen Primärprozeß, Informationsaspekt bzw. Wirkungsbereich an.

Update : Ändert eine Kategorie in einer der Strukturdimensionen entsprechend der Eingaben im Struktur-Manager.

Delete : Löscht eine ausgewählte Kategorie in einer der Strukturdimensionen.

➤ **Save.asp**

Speichert eine Blockschaltbild-Darstellung aus dem Blockbild-ActiveX-Control in der Datenbank. Nach Übergabe der Objekt- bzw. Verbindungsparameter werden diese in entsprechende Tabellen gespeichert.

➤ **Manager.asp**

Generiert eine HTML-Seite, welche die Manager-ActiveX-Control beinhaltet und aufruft. Zusätzlich werden mittels einer Datenbankabfrage die notwendigen Strukturinformationen aus der Datenbank ausgelesen und in Funktionsaufrufen für die Control eingebettet.

➤ Data.asp

Generiert eine ODBC Datenbankverbindung über den ActiveDataObject-Modul zur Datenbank mit den Datensätzen der Blockschaltbilder. Nach Übergabe der Objekt- bzw. Verbindungsparameter werden diese mit Hilfe eines ActiveX-Funktionsaufrufes auf dem Client dargestellt. Siehe hierzu auch Abbildung 27 mit einer Darstellung des logischen Ablaufes.

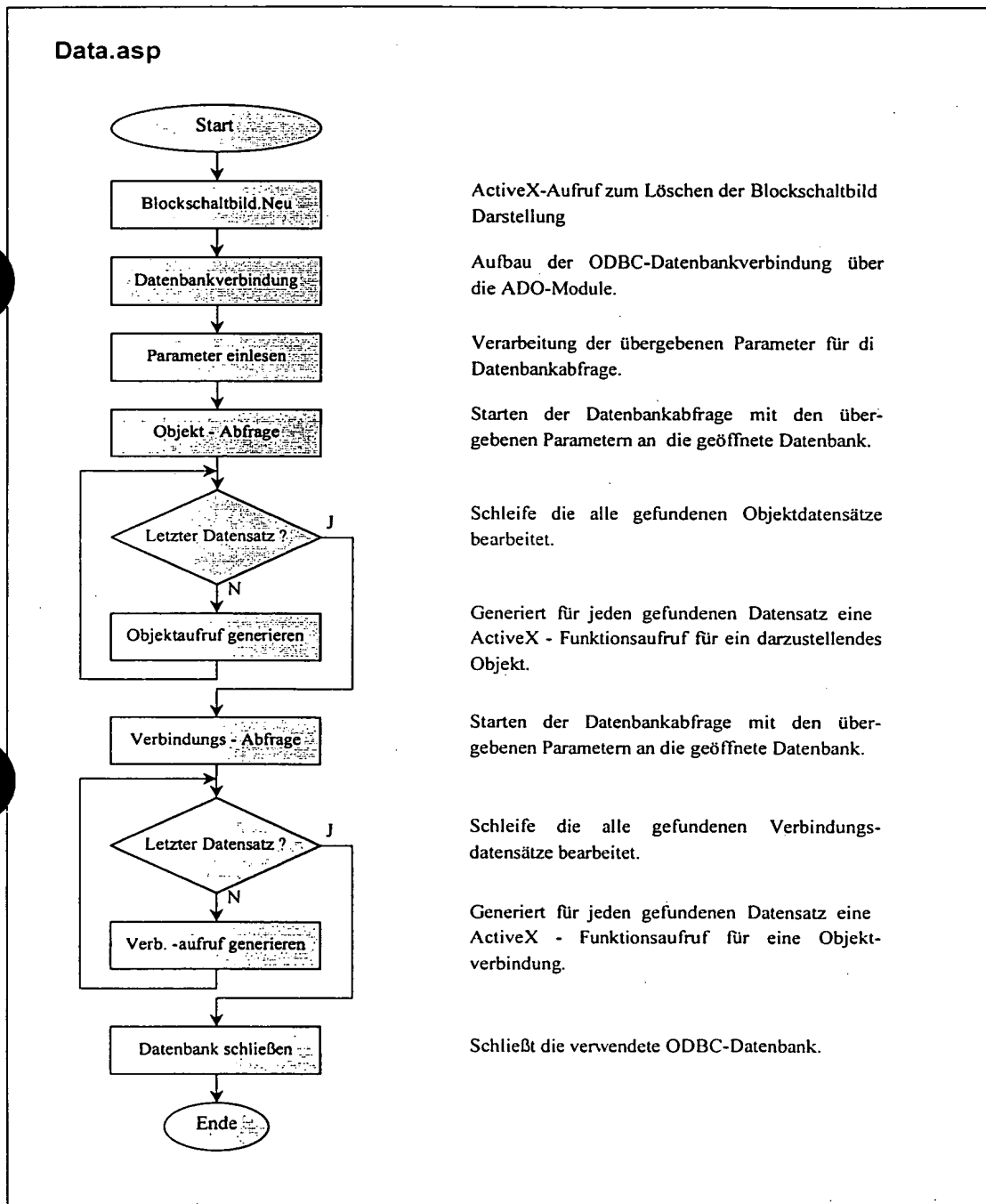


Abbildung 27: Darstellung des logischen Ablaufschemas der Methode Data.asp .

109

➤ InfoSave.asp

Speichert eine Informations-Beziehung zu einem Informationsobjekt im kollektiven Informationsraum. Die Position innerhalb des Strukturraumes wird dabei anhand der im Struktur-Manager ausgewählten Kategorien ermittelt. Siehe hierzu auch Abbildung 28 mit der zugehörigen Logik.

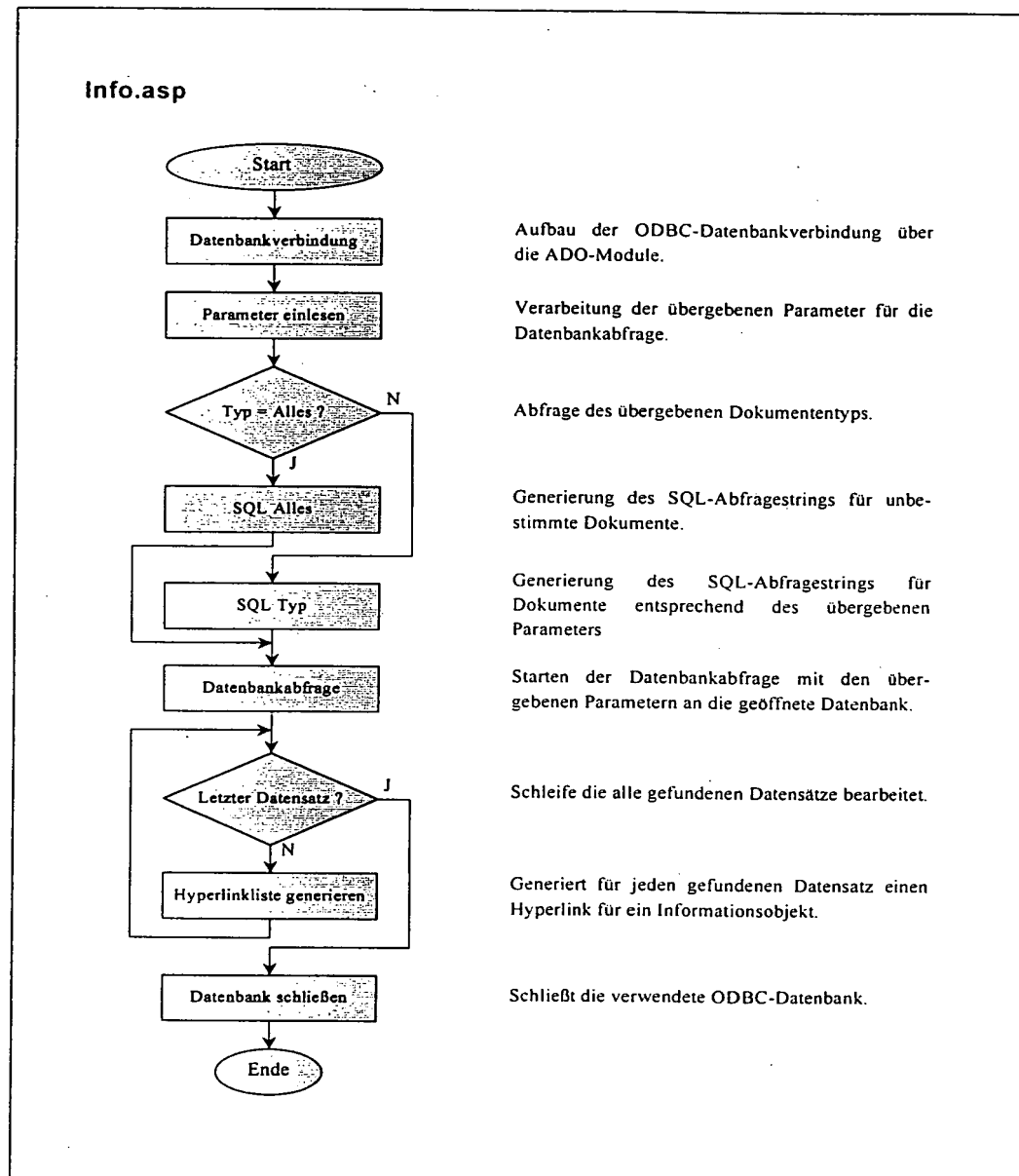


Abbildung 28: Darstellung des logischen Ablaufschemas der Methode Info.asp .

6.3.1.2 Konsistenz von Information-Beziehungen

Im Internet werden mit Hilfe von Hyperlinks, mit entsprechenden URLs, Verweise definiert. Durch diese Form der Adressierung ergeben sich für die Konsistenz solcher Verweise folgende Probleme:

- Da Dokumente über ihren Namen und ihren Zugang über einen bestimmten Pfad als Ziel eines Verweises definiert werden, führt das Umbenennen und das Verschieben eines Dokumentes in einen anderen Ordner zu undefinierten Verweisen.
- Da der Ausgangspunkt eines Verweises eng an das Dokument gebunden ist, in dem er definiert ist, führt das Löschen eines Dokumentes automatisch zum Löschen aller von dem Dokument ausgehenden Verweise.

Wird ein Dokument gelöscht, so werden alle Verweise, die zu dem gelöschten Dokument führen, undefiniert. Normalerweise wird die Verweiskonsistenz, d.h. die Prüfung der Existenz von Dokumenten die man über einen Verweis erreichen möchte, manuell geprüft. Dies ist jedoch zeitaufwendig und gerade bei umfangreichen Dokumentbeständen, wie etwa Katalogen, nicht möglich.

Im Internet sind Werkzeuge verfügbar, die weitgehend automatisch überprüfen, ob die Verweise eines HTML-Dokumentes ein definiertes Ziel haben. Diese Werkzeuge gehören zu den sogenannten Spidern¹²⁵. Allgemein sind dies Programme, die selbständig das WWW durchwandern und dort Informationen nach gewissen Kriterien zusammenstellen.

Nachteilig ist, daß alle betroffenen Dokumente nachbearbeitet werden müssen, damit die undefinierten Verweise entweder ganz gelöscht oder auf ein anderes Ziel gesetzt werden.

Dies führt unweigerlich zu einem hohen Wartungsaufwand, wenn Internet-Ressourcen in großem Umfang erfaßt werden. Ein weiterer Nachteil der Spider liegt darin, daß sie das Netz und die Server zusätzlich belasten; nicht selten werden ganze Server aufgrund zahlreicher Anfragen von Spidern lahm gelegt. Schließlich behandeln die Spider nicht die Ursache, die zur aufwendigen Konsistenzhaltung der Verweise führt, sondern sind lediglich Zusatzwerkzeuge, die versuchen, die konzeptionellen Schwächen von HTML und

¹²⁵ Ein Beispiel eines statischen Spiders stellt ChURL (Check URL), der an der University of Michigan entwickelt wurde, dar. Er prüft unter Angabe einer URL, ob die Verweise in dort befindlichen Dokumenten vollständig definiert sind. Nach einem Durchlauf wird der Benutzer insbesondere über Dokumentverschiebungen, Dokumentexistenz und Verfügbarkeit von Servern informiert. Als dynamischer Spider zum Prüfen von Verweiskonsistenz ist der MOMSpider (Multi-Owner Maintenance Spider) zu nennen. Der wesentliche Unterschied zu dem oben vorgestellten statischen Spider besteht darin, daß man bestimmte Zeitabstände angeben kann, in denen die Verweise in Dokumenten angegebener Server untersucht werden sollen. Die Informationen, die die zu prüfenden Dokumente bestimmen, liest der MOMSpider aus einer Instruktionsdatei. Dort wird angegeben, von welcher Top-URL die Prüfung begonnen.

111

seiner Verwendung im WWW zu überwinden. Es gibt deshalb Bestrebungen Dokumente nicht mehr über ihren Standort sondern über einen logischen Namen, sog. Uniform Resource Name (URN)¹²⁶, zu adressieren.

Das Konzept der URN geht sicherlich in die richtige Richtung. Insbesondere ist hiermit wesentlich weniger Wartungsaufwand verbunden, wenn Dokumente verschoben oder umbenannt werden. In solchen Fällen sind nur noch die Einträge in dem URN Auflösungsserver, nicht aber die Dokumente selbst entsprechend zu aktualisieren. Da es sich derzeit nicht abschätzen läßt, wann URNs verwendet werden können, erscheint diese Art der Lokalisierung noch nicht sinnvoll in die Konzeption eines Team-Informationssystems integrierbar.

¹²⁶ Hierbei ist die Idee, Internet-Ressourcen über logische Namen, also über ihren Standort, und nicht über Rechnerpfade zu beschreiben. Eine URN hat folgenden Aufbau: `<urn:scheme-id:authority-id:element-id>`. Über die *scheme-id* wird festgelegt, nach welchem Prinzip die *authority-id* vergeben wird. Derzeit ist nur das DNS (Domain Name System) als *scheme-id* vorgesehen, das auch schon von den URLs bekannt ist. Die Vergabe einer *scheme-id* wird von der Internet Assigned Numbers Authority (IANA) vorgenommen. Über die *authority-id* wird ein Name einer Gruppe, einer Person oder eines Systems innerhalb der gegebenen *scheme-id* bestimmt, die das Recht hat, eine *element-id* zu erzeugen. Über eine *element-id* wird letztendlich das Element festgelegt, auf das zugegriffen werden soll. Eine konkrete Ausprägung einer URN, also eines logischen Namens für eine Internet-Ressource, ist somit: `<urn:dns:www.darif.de:beschreibung1>`

6.4 Navigation

Im Kapitel *Problemstellung* wurden die besonderen Anforderungen an leistungsfähige Mechanismen und Methoden zur Navigation in Daten- und Informationsbeständen dargestellt. Die derzeitigen Informationssysteme berücksichtigen den Aspekt einfacher Navigation in Informationsbeständen nur unzureichend.

In Dokumenten-Managementsystemen und WWW basierten Anwendungen wird primär mit Hilfe von Stichwortsuchen oder einer Volltextrecherche in Informationsbeständen navigiert. Mit diesen Suchmaschinen oder Recherchertools, wie sie das Web und verschiedene Betriebssysteme bereitstellen, kommt man jedoch nur begrenzt weiter. Vor allem dann, wenn mehr als ein einziges Dokument gesucht wird, also ein ganzer Themenbereich oder zusätzliche Dokumente im Kontext des ursprünglich gesuchten. Das Kernproblem: Alle Treffer werden einzeln ausgegeben. Semantische Bezüge zwischen den gefundenen Dokumenten erkennen die Suchmaschinen nicht. Bei mehreren Suchläufen muß man die Trefferliste jedes Mal neu von oben nach unten überprüfen, ob eine brauchbare Information dabei ist.

Wie aufgezeigt, benötigen Mitarbeiter in dezentralen Unternehmenseinheiten der prozeßorientierten Serienfertigung jedoch eine Bereitstellung strukturierter Informationseinheiten mit den jeweiligen Aufgabenstellungen angepaßten Navigationsmethoden. Visualisierungswerkzeuge sollen semantische Beziehungen darstellen. Computerprogramme können jedoch Dokumente nicht wirklich verstehen. Deshalb ist es vorteilhaft, wenn der Benutzer schon auf Informationen über die eigentlichen Daten, bzw. Informationen, auf sogenannte Metadaten¹²⁷, zurückgreifen kann.

Ein Benutzer sollte mit unterschiedlichen Methoden in der Struktur des *kollektiven Informationsraumes* navigieren können, ohne jedoch die Vorteile der *Information-Beziehungen* der einzelnen *Informationsobjekte* zu verlieren.

¹²⁷ Eine klassische Form von Metadaten sind zum Beispiel bibliographische Angaben zu Büchern. Im vorliegenden Konzept stellen Metadaten die im Abschnitt *Informations-Beziehungen von Informationsobjekten* eingeführten Beziehungscharakterisierungen wie beispielsweise *Post-it Informationen* dar.

6.4.1 Retrieval

Wie in den klassischen Hypertext-Systemen üblich, kann mit der Hilfe einer Retrievalfunktion (Suchmaschine, persönlicher Agent), über Stichworte oder über Volltextrecherche, nach Informationen im kollektiven Informationsraum gesucht werden. Diese Möglichkeiten können prinzipiell mit erweiterten Software-Agenten¹²⁸ verbessert werden, was jedoch im vorliegenden Konzept nicht weiter verfolgt wurde.

6.4.2 Navigation mit Hilfe der Strukturbrowser

Eine wesentlich effizientere Möglichkeit steht mit der Methode des Strukturbrowsers zur Verfügung, da es für den Nutzer einfacher ist, sich in einer grafischen Karte zu orientieren. Thematisch benachbarte Gebiete stehen dann auch nahe beieinander, wie in einer wirklichen Bibliothek mit systematischer Aufstellung.

Für die Auswahl der *Informationsobjekte* aus dem *kollektiven Informationsraum* werden die Strukturdimensionen als drei *Strukturbäume* dargestellt, die der Darstellung einer Dateistruktur analog einem Windows-Explorer ähneln. Die Strukturbäume werden entsprechend den jeweiligen Dekompositionsstufen in immer *verfeinerten* Strukturinformationen, in immer *tiefer geschachtelten Ästen* dargestellt /191/.

Abbildung 29 zeigt einen Ausschnitt der Bedienoberfläche mit den Navigationsmöglichkeiten durch die Strukturbrowser. In der oberen Zeile sind die Funktionen *Informationsobjekt-Anfrage (Find)* zum Starten der eigentlichen Suche in den Strukturen des *kollektiven Informationsraumes*, die Auswahl der *Objekt-Typen* (siehe hierzu nachfolgenden Abschnitt) und *Info* zur schnellen Information über spezifische Eigenschaften eines ausgewählten Informationsobjektes wie beispielsweise „Kümmerer“ oder Gültigkeitszeitraum angeordnet. Danach folgen die Strukturbrowser der drei Primärdimensionen.

¹²⁸ Forschungsprojekte arbeiten an Prototypen, die helfen sollen, den Überblick in schnell wachsenden Informationsmengen zu behalten. Einen interessanten Ansatz verfolgt das Forschungszentrum GMD mit Lyberworld. Lyberworld kombiniert verschiedene Visualisierungstechniken zu einem umfangreichen individuellen Retrievalsystem. Auf eine Suchanfrage in einem Textfeld generiert Lyberworld zunächst einen ersten Kegelbaum (Cone Tree) mit den gefundenen Dokumententiteln. Nach Auswahl eines passenden Titels erscheint ein neuer Kegelbaum mit den Schlüsselbegriffen, die in diesen Dokumenten enthalten sind. Wählt der Nutzer einen Begriff aus, werden ihm in einem neuen Kegelbaum Dokumententitel angezeigt, die zu diesem Stichwort passen. Durch den Doppelschritt vom Dokumententitel zum Stichwort und wieder zurück, kann sich der Nutzer bei einer Erstsuche ein Spezialthema erschließen. Für das schnelle Auffinden in operativen Zusammenhängen einer Produktionsumgebung wird eine solche Lösung nur in Ausnahmefällen einsetzbar sein. Weiterführende Informationen finden sich unter:

<http://www-cui.darmstadt.gmd.de/visit/Activities/Lyberworld/index.html> und <http://www.w3.org/TR/WD.rdf-syntax-971002> [Februar 1998].

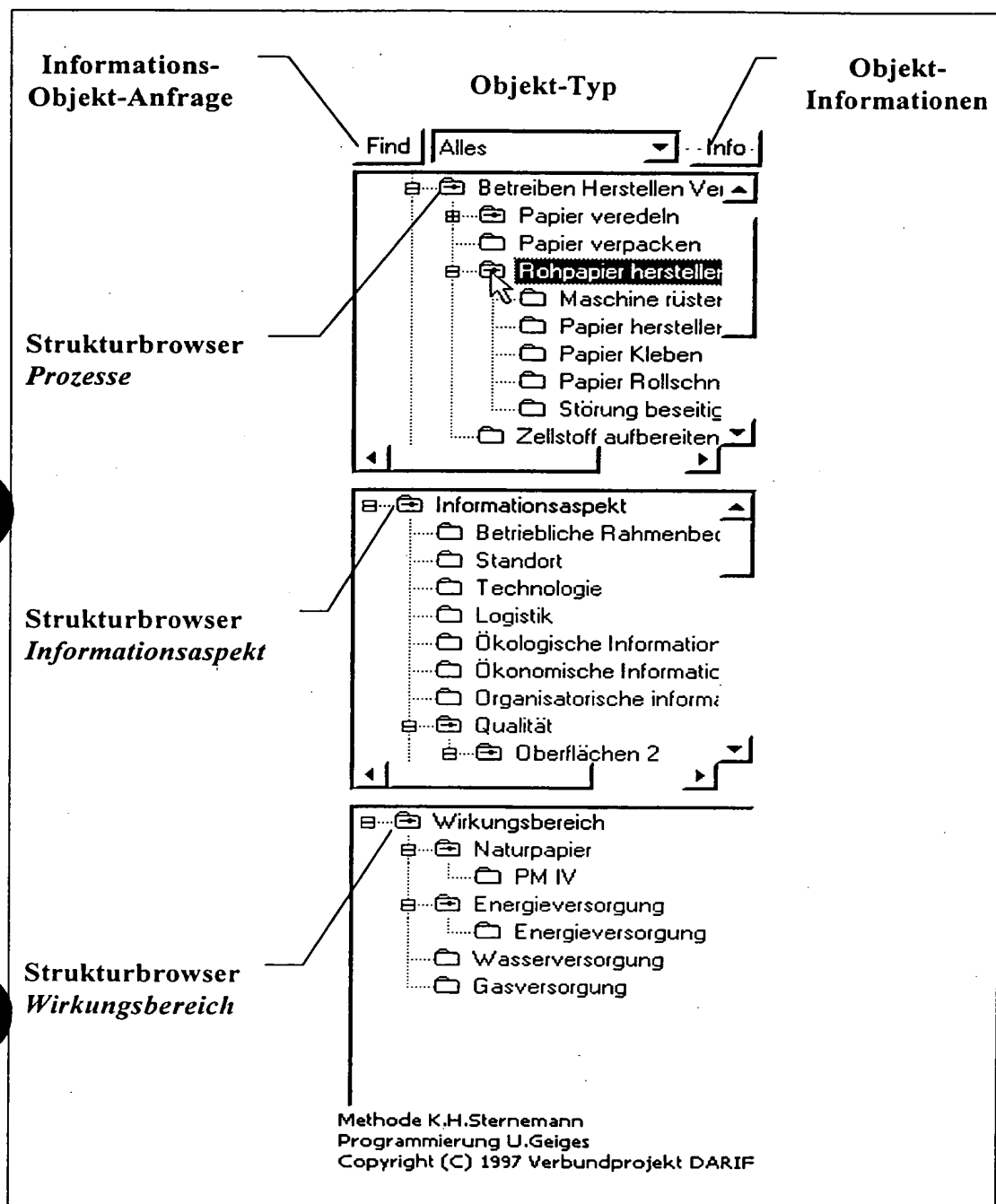


Abbildung 29: Screenshot der prototypischen Strukturbrowser für die Primärdimensionen Prozesse, Wirkungsbereiche und Informationsaspekte, sowie des Objekt-Types und notwendiger Schaltflächen.

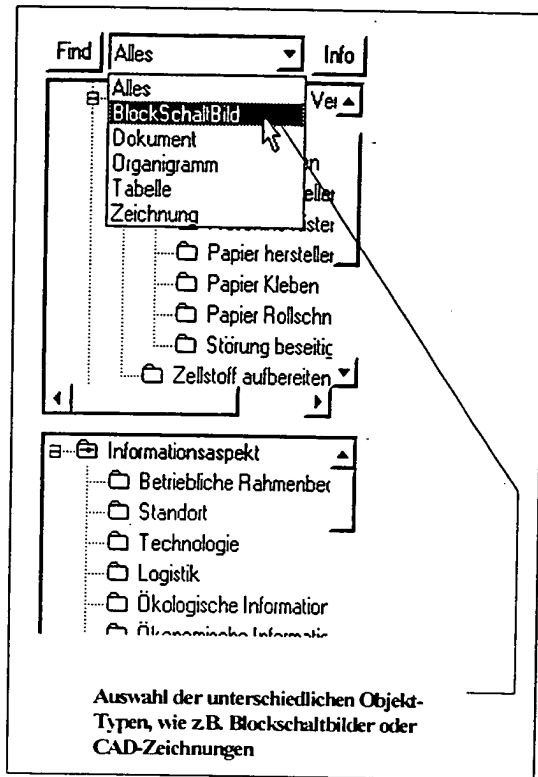


Abbildung 30: Eingeschränkte Selektion von Informationsobjekten nach Auswahl eines spezifischen Objekt-Types wie z.B. Blockschaltbild.

Die Navigation innerhalb des kollektiven Informationsraumes kann mit Hilfe einer vierten Strukturdimension *Objekt-Typ* des *kollektiven Informationsraum* auch selektiver, d.h. bezogen auf eine ausgewählte Dokumentenart, vorgenommen werden. Diese zusätzliche Strukturinformation ist für das schnelle Finden spezifischer Informationsobjekte besonders interessant, da ein Nutzer in vielen Fällen aus seiner jeweiligen Aufgabenstellung heraus einzelne Dokumentarten präferieren wird. Beispielsweise werden bei Fragestellungen bezüglich Brandabschnitten in Gebäuden zunächst Katasterpläne oder Gebäudepläne mit Zusatzinformationen interessieren. In Abbildung 30 wurde der spezifische Ausschnitt der Bedienoberfläche mit geöffnetem Auswahlmenü dargestellt.

Nach Auswahl des gewünschten Objekt-Types und den Selektionen in den Strukturen mit Hilfe der Strukturbrowser, wird über die Schaltfläche **Find** die Recherche in den Strukturinformationen des *kollektiven Informationsraumes* gestartet. Nach Übertragung der Anwenderauswahl an den Server wird in der Serverdatenbank nach passenden *Informationsobjekten* gesucht. Diese werden als Liste von *Information-Beziehungen* an den Client zurückgesandt, die dann zu den Webseiten führen, die den eigentlichen Inhalt tragen, bzw. den Zugriff auf die eigentlichen Informationsquellen wie z.B. Datenbanken erlauben.

Ein Abfragebeispiel nach einer Auswahl für den Objekt-Typ *Blockschaltbild* aus dem Informationsraum zeigt Abbildung 31. Nach der Selektion in den *Strukturbrowsern* *<Primärprozeß Betreiben, Herstellen, etc.>* *<Informationsaspekt Technologie>* *<Wirkungsbereich Naturpapier>* und der zusätzlichen Einschränkung *<Objekt-Typ Blockschaltbild>*, werden die *Information-Beziehungen* zu den für diese Auswahl verfügbaren Blockschaltbilder präsentiert. Durch die verfügbaren *Post-it Informationen* der *Information-Beziehungen*, kann

der Nutzer durch Anwählen der *erweiterten URL*, zusätzliche Kurzinformationen zu den verfügbaren Informationsobjekten erhalten. Nach Anwahl der *Information-Beziehungen* wird zum jeweiligen Informationsobjekt verzweigt, das auf einem beliebigen Server im Intranet/Internet repräsentiert sein kann, und das jeweilige Informationsobjekt wird auf dem Client dargestellt.

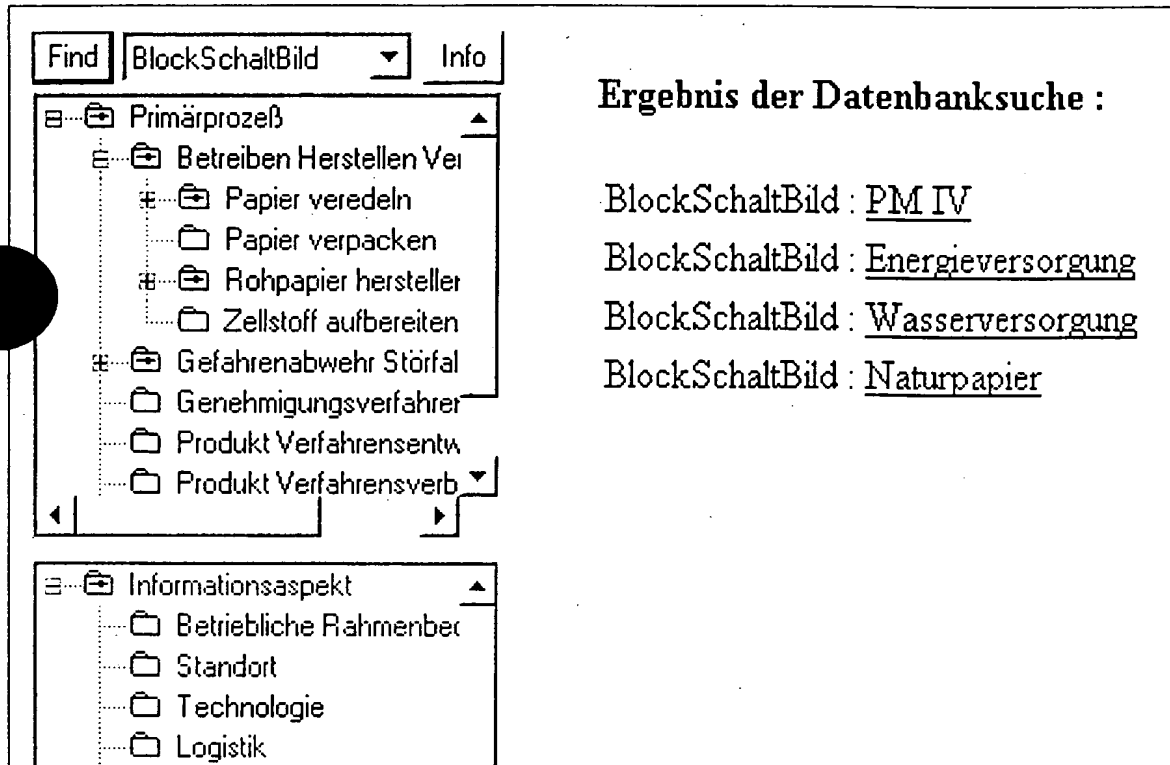


Abbildung 31: Beispielhaftes Ergebnis einer Suche nach Informationsobjekten im kollektiven Informationsraum mit dem spezifischen Objekt-Typ „Blockschaltbild“.

Ein weiteres Beispiel für die vielfältigen Möglichkeiten mit Hilfe von Informationsobjekten beliebige Informationen dynamisch und bedarfsgerecht bereitzustellen zeigt Abbildung 32. Die Abbildung stellt einen Werkplan dar; die originäre CAD-Zeichnung befindet sich auf dem File-Server der Abteilung „Gebäudeplanung“, die CAD-Zeichnung selbst ist mit Hilfe einer Informations-Beziehung in Informationsobjekte integriert.

Die Eigenschaft der universellen Gestaltungsmöglichkeiten der *Informationsobjekte* und dem freien Abbild von Daten- und Informationsbeziehungen über aggregierte Informationsobjekte oder *Information-Beziehungen* zu Objekten oder Methoden, bietet einen schnellen Zugriff auf heterogene und verteilte Daten-, Informations- und Wissensbestände, verbunden mit einer hohen Informationswertigkeit und einer ausreichenden Aktualität.

Alle grafischen Elemente sind bidirektional an Informationsobjekten referenziert, so daß die Erstellung der Informationsobjekte während den unterschiedlichen Prozeßstufen durch unterschiedliche Mitarbeiter in CAD-Plänen, Grund- und Verfahrensfließbilder, R&I-Schemata oder Funktionsplänen erfolgen kann.

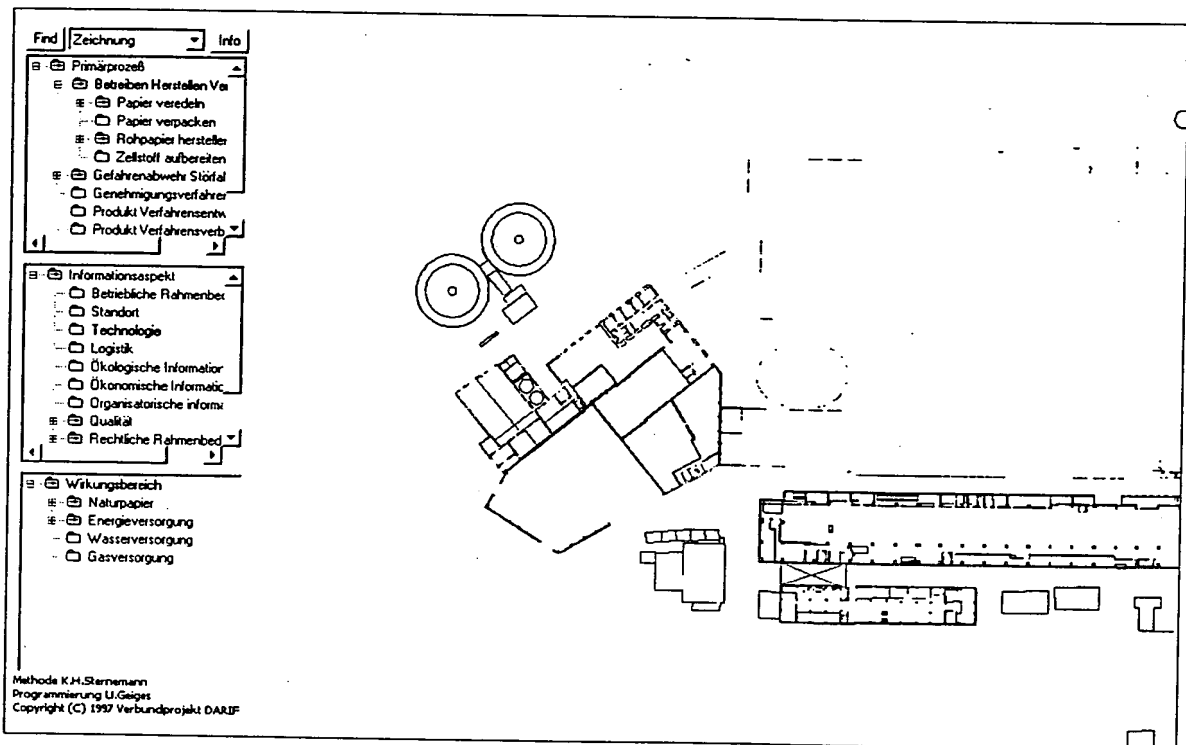


Abbildung 32: Bereitstellung und Visualisierung eines komplexen Informationsobjektes am Beispiel eines Werkplanes auf der Basis des Grafikformates cgm.

Werden Anlagen über die vorab definierten Blockschaltbilder strukturiert, stehen diese sofort zur Anzeige zur Verfügung. Der Anwender kann nun über eine weitere Selektion unterschiedlichste Informationsobjekte, entsprechend den gewünschten Informationsaspekten, abrufen ohne detaillierte Kenntnisse über Gebäude- oder Organisationszuordnungen zu besitzen.

Die Prozesse, in denen Wissen produziert und reproduziert wird, sind in den Denk- und Handlungsroutinen, in den Strategien, Systemen und Strukturen einer Organisation verankert. Die Dokumentation der Ergebnisse laufend stattfindender Lern- und Verbesserungsprozesse, so daß sie allgemein verfügbar bleiben, stellt einen wichtigen Aspekt bei der Wissensnutzung dar. Mit dieser Dokumentation soll einerseits die Abhängigkeit der Organisation von ihren Wissensarbeitern vermindert, andererseits die

Verteilung des Wissens gefördert werden. Der Zugriff auf Wissen ist notwendige Bedingung von Empowerment: Mit der Dezentralisierung von Entscheidungskompetenzen muß zwangsläufig eine dezentrale Wissensnutzung verbunden werden.

Da Prozeßwissen immer hohe Anteile von implizitem Wissen aufweist, ist die Trennung von Denken und Tun dysfunktional. Die Trennung von Wissensentwicklung, Entscheidungsfindung und Implementierung muß rückgeführt werden. Voraussetzung lokaler Wissensproduktion ist gelingende Kommunikation: Diese Voraussetzung wird einmal technisch verstanden, als Infrastruktur, die eine zunehmende Entbindung von Räumlichkeit erlaubt. Zum anderen ist die Voraussetzung gelingender Kommunikation aber auch lebensweltlich zu verstehen, d.h. die Kommunikation über und mit Gemeinsamkeiten. Die liegende Konzeption der Informationsobjekte erlaubt eine solche Kommunikation und gleichzeitige Integration von Methoden und Systemkomponenten in eine gemeinsame Umgebung.

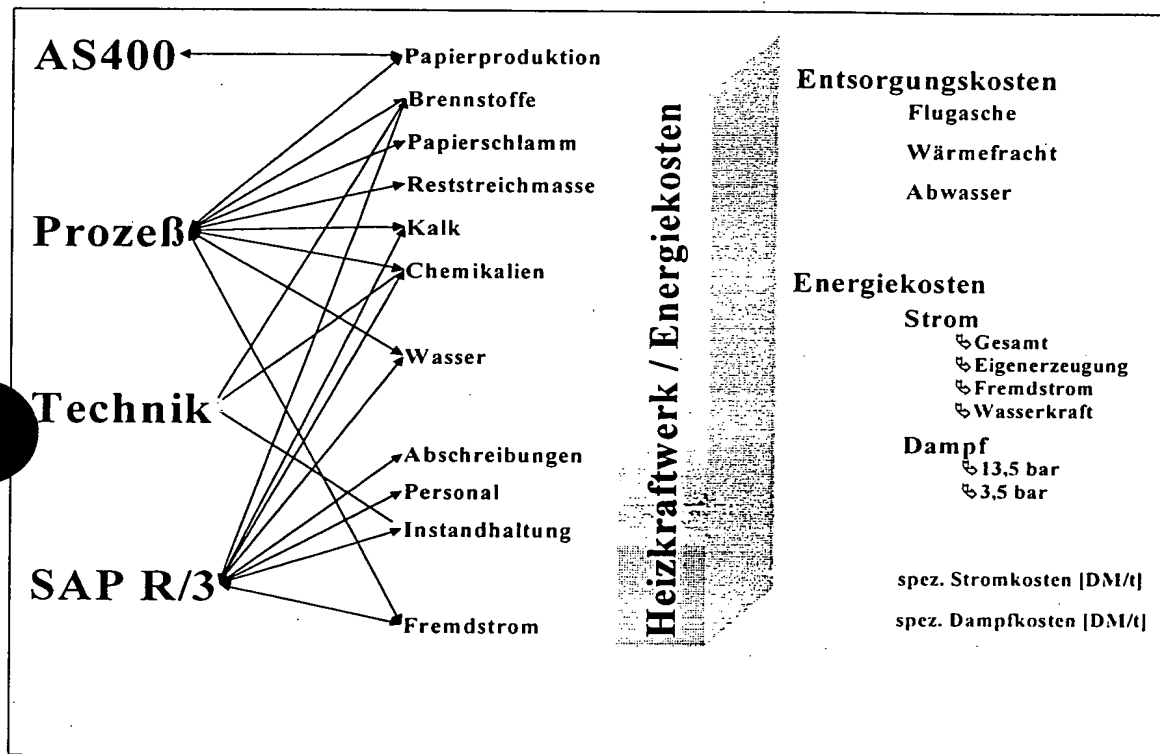


Abbildung 33: Exemplarisches Beispiel der Integrationsmöglichkeiten vielfältiger Daten und Methoden in einem Informationsobjekt „Energiekosten“ zur dynamischen Bereitstellung der Energie- und Entsorgungskosten.

In Abbildung 33 wird die Integration von Methoden und Systemen am Beispiel einer Energiekostenrechnung verdeutlicht. Basis des Informationsobjektes *Energiekosten* ist das

Schema der Energieerzeugung des betriebseigenen Kraftwerkes, das in ein Tabellenkalkulationsobjekt eingebunden wurde. In dieses Objekt wurden, mit der Konzeption der *erweiterten URL*, alle wichtigen Zugriffe auf originäre Daten in unterschiedlichsten Systemen realisiert. Beispielsweise werden die *Brennstoffe* innerhalb eines SAP R/3 Systems verwaltet. Über entsprechende Informationsobjekte werden die originären Daten online aus dem SAP System ausgelesen, mit Hilfe integrierter Scriptanweisungen auf Plausibilität geprüft und vorverarbeitet und danach dem Informationsobjekt *Energiekosten* zur Verfügung gestellt.

Abbildung 34 zeigt die Realisierung des Informationsobjektes Energiekosten in einer Tabellenkalkulation als Basiscontainer und Visualisierung in der Browserumgebung des Team-Informationssystems.

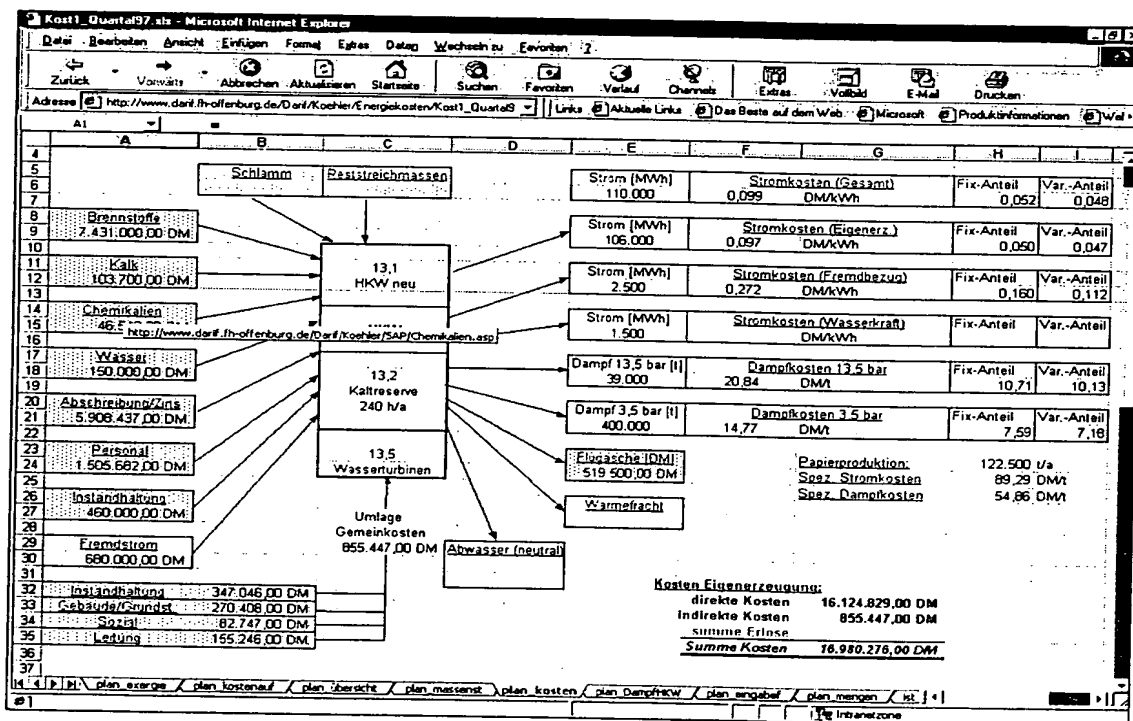


Abbildung 34: Integration der Tabellenkalkulation *Excel* in das Informationsobjekt *Energiekosten*.

In Abbildung 35 wird der integrierte Online-Zugriff auf Bestell- und Lieferanteninformationen eines SAP R/3 Systems für den Bestandteil *Chemikalien* des Informationsobjektes *Energiekosten* dargestellt. Damit ist dem Nutzer möglich, neben den originären Informationen des Informationsobjektes sich sofort und ohne Systemwechsel Zusatzinformationen aus den integrierten Standardsoftware-Anwendungen zu holen. Mit Hilfe von Methoden

können originäre Business-Objekte des SAP R/3 Systems, wie beispielsweise Reports, in der Browserumgebung dargestellt werden. Der Nutzer des Team-Informationssystems benötigt keine weiteren Kenntnisse in bezug auf das SAP System.

Bestellung	Art.	Lieferant	Name						
4500000042	MB	S0004	Herkommer & Bangerter GmbH	001	25.11.1997				
00030	00000017132		Netzonlauge 33% Tankzug	145					
K 0015	0001		100,000 KG	49,00	DEM	100	KG		
noch zu liefern			100,000 KG	49,00	DEM	100,00	%		
noch zu berechnen			100,000 KG	49,00	DEM	100,00	%		
00060	00000017132		Netzonlauge 33% Tankzug	145					
K 0015	0001		100,000 KG	49,00	DEM	100	KG		
noch zu liefern			100,000 KG	49,00	DEM	100,00	%		
noch zu berechnen			100,000 KG	49,00	DEM	100,00	%		
4500000048	MB	S0004	Herkommer & Bangerter GmbH	001	26.11.1997				
00020	00000017132		Netzonlauge 33% Tankzug	145					
K 0015	0001		10.000,000 KG	49,00	DEM	100	KG		
noch zu liefern			10.000,000 KG	4.900,00	DEM	100,00	%		
noch zu berechnen			10.000,000 KG	4.900,00	DEM	100,00	%		
4500000054	MB	S0004	Herkommer & Bangerter GmbH	001	28.11.1997				
00010	00000017132		Netzonlauge 33% Tankzug	145					
K 0015	0001		1,000 KG	49,00	DEM	100	KG		
noch zu liefern			1,000 KG	0,49	DEM	100,00	%		
noch zu berechnen			1,000 KG	0,49	DEM	100,00	%		
4500000056	MB	S0010	Kruse Chemie Berlin GmbH	001	01.12.1997				
00010	00000017132		Netzonlauge 33% Tankzug	145					
K 0015	0001		10,000 KG	24,25	DEM	100	KG		
noch zu liefern			10,000 KG	2,43	DEM	100,00	%		
noch zu berechnen			10,000 KG	2,43	DEM	100,00	%		

Abbildung 35: Integration der Business-Objekte, z.B. ein SAP-Bericht, eines SAP R/3-Systems in das Informationsobjekt *Energiekosten*.

Mit den selben Technologien und Verfahren lassen sich ebenso direkte Zugriffe auf Prozesssteuerungen, z.B. Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) realisieren, um damit in der Phase der Energiekostenrechnung aktuelle Füllstände oder Verbäuche abfragen zu können.

6.4.3 Navigation mit Blockschaltbildern¹²⁹

Eine einleuchtende und bedienerfreundliche Navigation im *kollektiven Informationsraum* ermöglichen Blockschaltbilder. Aufgrund seiner hervorragenden visuellen Fähigkeiten, bieten grafischen Darstellungen dem Menschen eine gute Hilfe bei Überblicksaufgaben. Eine Navigation auf der Basis von Blockschaltbildern verbindet die Vorteile der grafischen

121

Darstellung mit übersichtlichen und eindeutigen Strukturinformationen der betrachteten Prozeßketten.

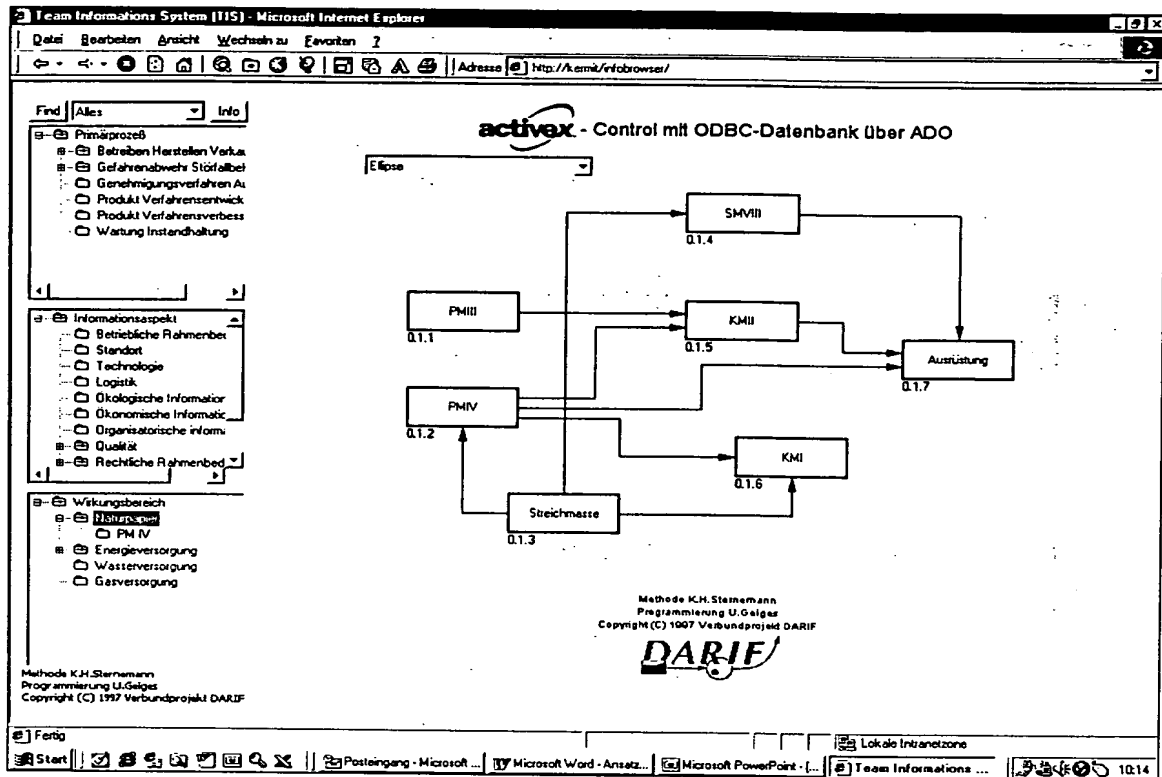


Abbildung 36: Darstellung des Blockschaltbildes *Systembereich Naturpapier* zur Navigation innerhalb der Strukturdimension „Wirkungsbereich“ des kollektiven Informationsraumes.

Abbildung 36 stellt die wichtigsten Sub-Systeme eines Systembereiches in Form eines Blockschaltbildes dar. Die Strukturierung und Hierarchisierung der Blockschaltbilder kann entsprechend den vorab erläuterten Standards wie z.B. STEP AP 212 erfolgen. Die nächst tiefere Hierarchieebene wird durch „anklicken“ des gewünschten Objektes visualisiert.

Die Blockschaltbilder können in einfacher Weise grafisch interaktiv mit den im Abschnitt *Methoden* beschriebenen Methoden auf jedem Client im Netzwerk erstellt werden. Die Navigation in den Blockschaltbildern wird parallel in der Strukturdimension *Wirkungsbereiche* mitgeführt, was eine wesentliche Verbesserung der Orientierungsmöglichkeiten

¹²⁹ Blockschaltbilder sind hier beispielhaft zu sehen, die prinzipielle Arbeitsweise läßt sich auf Organigramme oder grafisch aufbereitete Workflows für standardisierte Abläufe in die Strukturdimension *Prozesse* übertragen.

bedeutet. Die Objekte und Beziehungen der Blockschaltbilder werden in einer eigenen Datenbank gespeichert.

Den jeweiligen Objekten in den Blockschaltbildern können wiederum *Information-Beziehungen* zu *Informationsobjekten* des *kollektiven Informationsraumes* zugewiesen werden, so daß sich mehrdimensionale Verknüpfungsstrukturen aufbauen lassen.

6.4.4 Navigation durch Information-Beziehungen

Navigationshilfen sollten semantische Beziehungen zwischen Informationsobjekten darstellen können. Dazu ist es jedoch notwendig auf sogenannte Metadaten zugreifen zu können. In der vorliegenden Konzeption werden Metadaten mit Hilfe der im Kapitel *Informationsbeziehungen von Informationsobjekten* eingeführten Information-Beziehungen den automatisch erstellten Adjazenz-Matrizen erzeugt.

Durch die getrennte Repräsentation der Beziehungen können sogenannte *Local-Map* generiert werden. Das vor- und rückwärtige Verfolgen der Information-Beziehungen der Informationsobjekte erlaubt einen, beliebig tief einstellbaren, Einblick in die Vernetzungsstruktur eines Informationsobjektes. Die Tiefe der Darstellung kann, in beide Richtungen, eingestellt werden. Mit Tiefe ist hier die Anzahl der Information-Beziehungen gemeint, die erforderlich ist um ein Informationsobjekt zu erreichen. Zusätzlich kann eingestellt werden, welche Arten von Information-Beziehungen verfolgt werden sollen.

Abbildung 37 zeigt das Informationsobjekt *Projekt-Web-Status* im Mittelpunkt der Orientierungsübersicht. Die zum Informationsobjekt zeigenden Information-Beziehungen, als *Local-Map* die Information-Beziehungen, die vom Informationsobjekt zu anderen Informationsobjekten weisen, werden dargestellt, d.h. die *Local-Map* visualisiert die Beziehungsstruktur. Ausgehend vom aktuell selektierten Informationsobjekt werden die auf das Informationsobjekt verweisenden und vom Informationsobjekt aus erreichbaren Informationsobjekte dargestellt. Ebenso kann die *Local-Map* von einer Kollektion bzw. virtuellen Informationsraum gebildet werden, wobei hier die Übersichtsseite, bzw. alle enthaltenen Informationsobjekte der Kollektion, als Ausgangspunkt gewählt werden. Die Beziehungs-Matrizen können für den Aufbau eines Beziehungs-Intensität-Indexes verwendet werden. Direkte Information-Beziehungen stellen Information-Beziehungen der ersten Intensitätsebene dar.

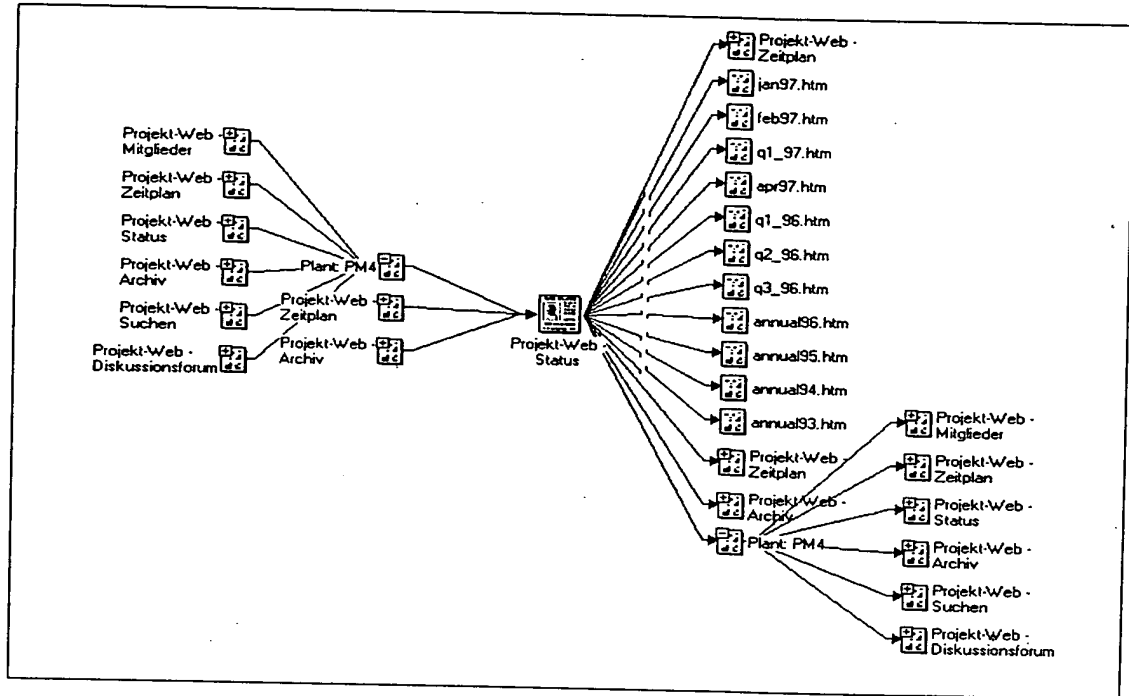


Abbildung 37: Darstellung der zusätzlichen Navigationsmöglichkeit und Visualisierung von Kohärenzfelder durch Information-Beziehungen und Adjazenz-Matrizen.

6.5 Architektur der flexiblen Kopplung

6.5.1 Basis: Der kollektive Informationsraum

Informationen können dann effizient verarbeitet werden, wenn es gelingt eine optimale Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Kommunikation zu erreichen. Hyper-Media-Engineering bedeutet einerseits die Bereitstellung von Informationen in multimedialer Form. Andererseits wird versucht,

- minimale Daten- und Benutzereingaben,
- mit verfügbaren Systemverarbeitungsleistungen und
- für den Benutzer verständliche Darstellungsformen

möglichst effizient zu kombinieren.

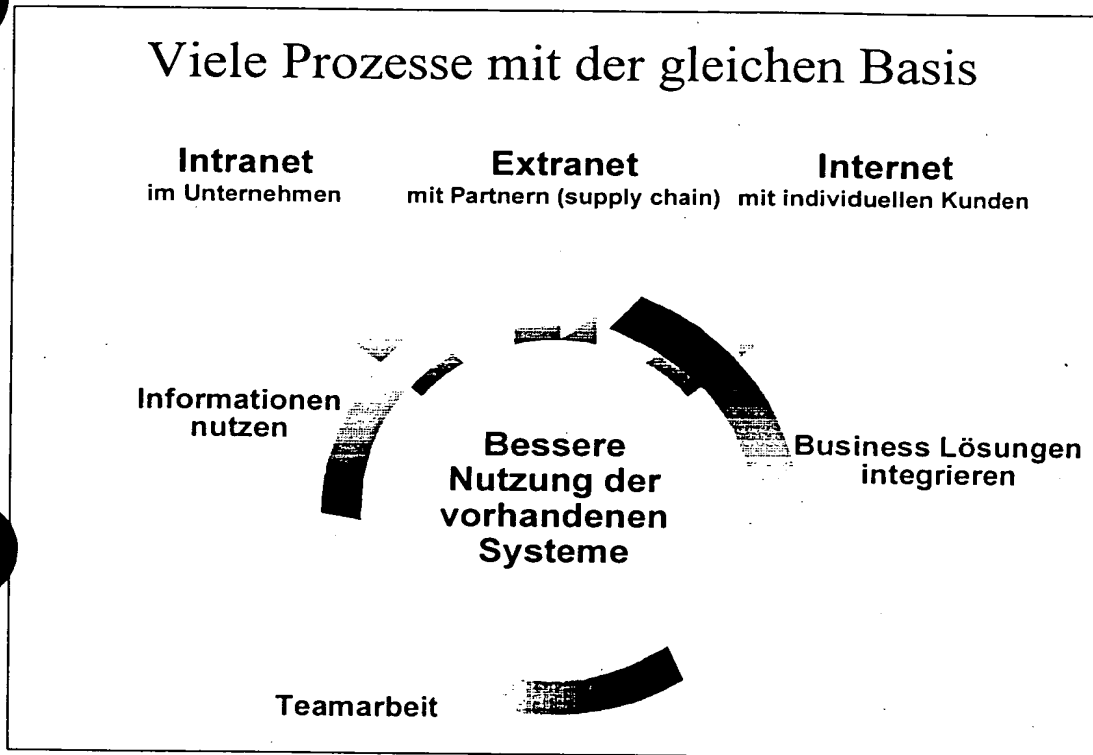


Abbildung 38: Integration und bessere Nutzung bestehender Anwendungslösungen auf der Basis von Internet-Technologien.

Hyper-Media-Engineering geht dabei weit über grafische, ergonomisch gestaltete Benutzeroberflächen hinaus. Die Integration bestehender Systeme und ihre anwenderbezogene Erweiterungen in einer einheitlichen Benutzerumgebung, stellen primäre Forderungen an Hypermedia-Informationssysteme dar. Abbildung 38 verdeutlicht die Zusammenhänge und die Integrationsmöglichkeiten der Internet-Technologien.

In Abbildung 39 sind die Integrationsfelder für in dezentralen Strukturen arbeitenden Menschen dargestellt. Ausgehend von klar strukturierten Abläufen, über Unterstützungsmöglichkeiten durch Workflow, der Erstellung und Nutzung gemeinsamer Daten und Dokumente, bis hin zur Ad hoc Unterstützung der Teamkommunikation, erstreckt sich ein weites Feld zu integrierender Funktionen und Systeme /188/.

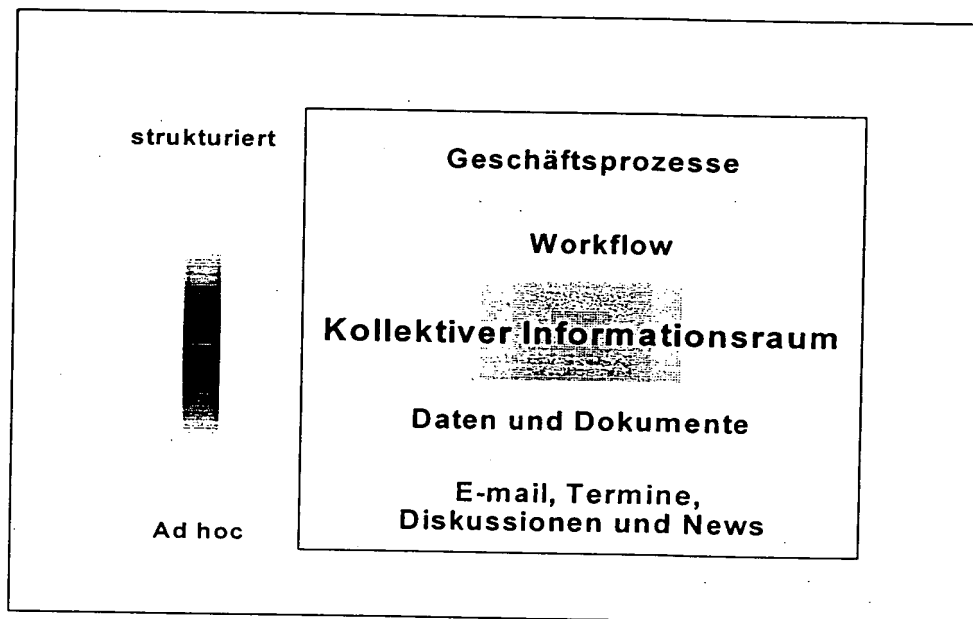


Abbildung 39: Verdeutlichung des Integrationscharakters und Positionierung eines kollektiven Informationsraumes im Spannungsfeld von ad hoc Entscheidungen und strukturiert ablaufenden Geschäftsprozessen.

Die vorgestellte Konzeption des kollektiven Informationsraumes unterstützt diesen Integrationsgedanken. Eine besondere Stärke der vorgestellten Konzeption besteht darin,

- Daten und multimediale Informationen aus verschiedenen Quellen zu selektieren,
- mit geeigneten Methoden zu unterstützen,
- in Informationsobjekten zu verdichten und
- allgemein verfügbare und kommunizierbar zu machen.

Das Informationssystem stellt für die Mitarbeiter zum einen ein Navigationsinstrument, denn alle zur Steuerung von Prozessen und Entscheidungen relevanten Informationen lassen sich damit abbilden und zum anderen eine einheitliche Oberfläche zur Prozeßintegration dar.

Den Weg eines Anwenders bei einer dynamischen Abfrage von Informationsobjekten verdeutlicht Abbildung 40. Die jeweiligen Ausgangspunkte sind dabei frei wählbar, so daß unterschiedliche Wege zur Selektion gleicher Informationsobjekte möglich sind.

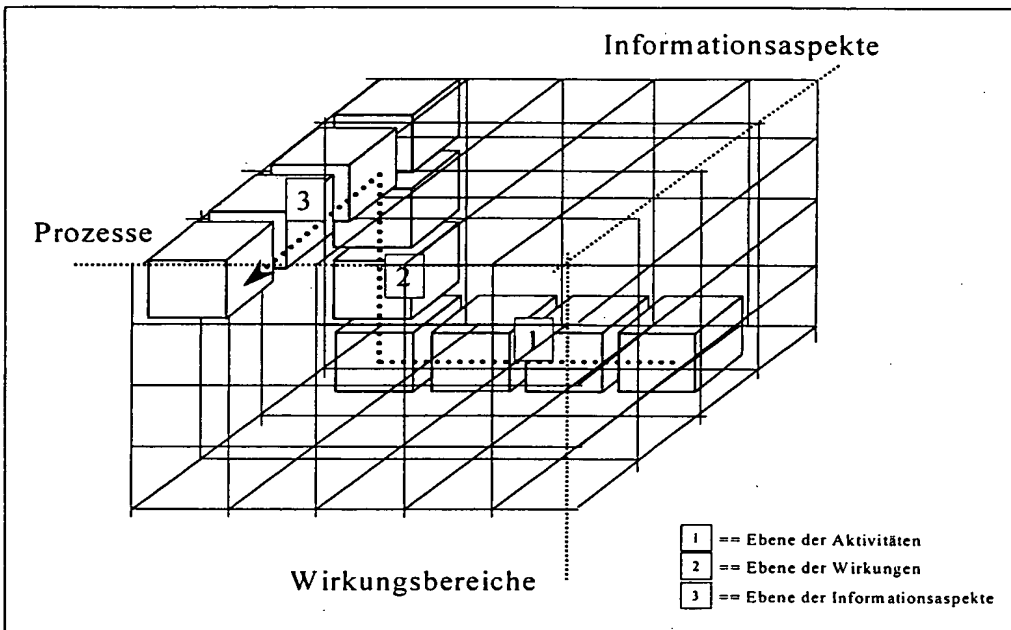


Abbildung 40: Visualisierung eines möglichen Weges den ein Anwender während einer Selektion von Informationsobjekten im kollektiven Informationsraum zurücklegt.

Ein entscheidender Nachteil bisheriger Informationssysteme ist einerseits die statische und zweidimensionale Struktur und andererseits die vorab beschriebene Diskrepanz zwischen umsetzbaren Eingaben und verständlichen Darstellungen. In der vorgeschlagenen Konzeption werden Informationsobjekte als dynamische Objekte abgebildet und für den Benutzer in einer graphisch ansprechenden Form visualisiert. Neben den klassischen Formen von Bildern, Grafiken und Plänen, stehen heute die Medien „Sprache“ und „Video“ für Intranet-Anwendungen zur Verfügung.

Die Konzeption sieht einen Generator vor, der bei der Erstellung der Informationsobjekte für die Lokalisierung der gewünschten Daten, Methoden oder weiterer Informationsobjekte die erforderlichen Datenbankoperationen (SQL-Statements, ADO, RDS, OLE¹³⁰) oder File-Zugriffe generiert und mit dem Informationsobjekt referenziert. Bei einer Abfrage ist durch diese Referenz sofort bekannt, welche Informationen und Daten aggregiert sind und wo sich diese Daten befinden. Sind entsprechende Links zu Methoden vorhanden, werden

diese zur Laufzeit aktiviert, die Datenzugriffe gesteuert und die daraus resultierenden Informationen im dynamischen Informationsobjekt präsentiert.

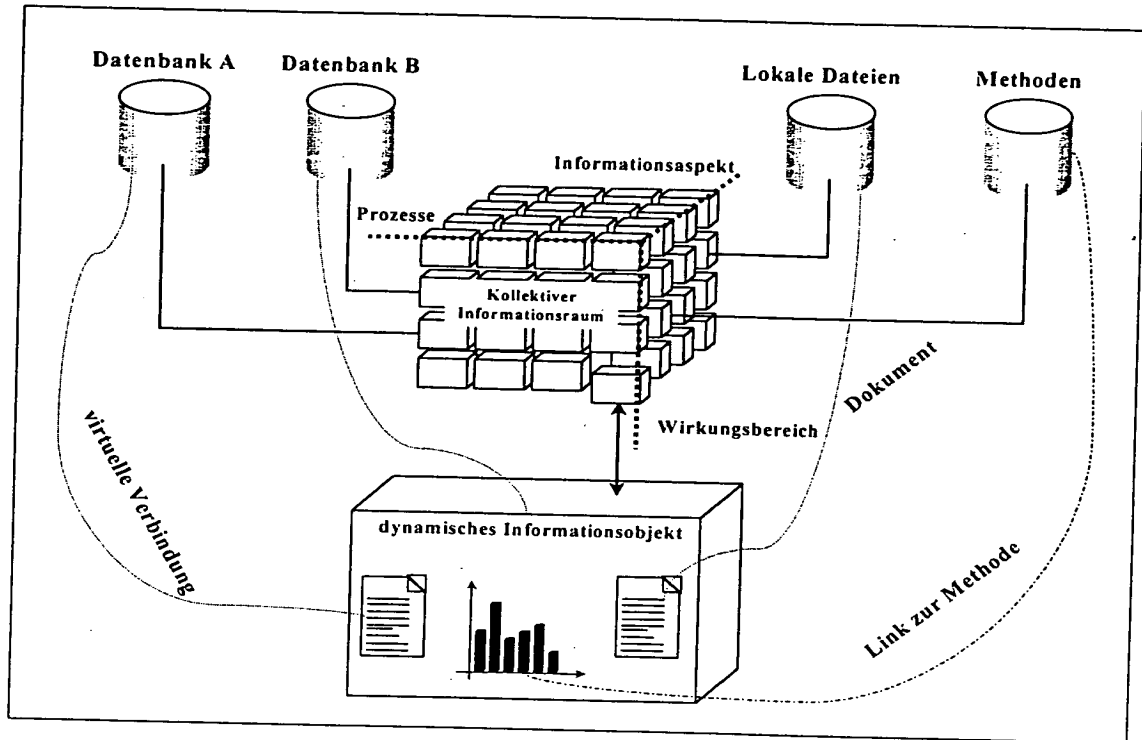


Abbildung 41: Darstellung der Integrationsmöglichkeiten multipler Datenquellen und Methoden in einem Informationsobjekt.

In Abbildung 41 sind die Zusammenhänge zwischen multiplen Datenquellen, Methoden und Präsentation der Ergebnisse in einem Informationsobjekt dargestellt. In den zugehörigen *Objektmodellen* werden die statischen Strukturen, in den *Dynamischen Modellen* das zeitabhängige Verhalten und in den *Funktionalen Modellen* die Datentransformation und die Funktionalität beschrieben. Hier wird deutlich, wie der beschriebene Informationswürfel die Aufgaben eines *kollektiven Informationsraumes* erfüllt. Die Informationsobjekte werden mit den drei Dimensionen *Prozesse*, *Wirkungsbereiche* und *Informationsaspekte* strukturiert. Die Datenbestände oder sonstige Dokumente bleiben in ihrer ursprünglichen Form in den jeweiligen dezentralen Datenhaltungssystemen repräsentiert und bleiben in der lokalen Verantwortung. Über die Struktur des gemeinsamen Informationsraumes werden die verteilten und heterogenen Daten-, Informations- und Wissensbestände, entsprechend erteilter Zugriffsberechtigungen, allgemein verfügbar.

¹³⁰ Eine spezifische Form des Zugriffs auf Datenbanken oder Emails der Fa. Microsoft Corp..

6.5.2 Systemarchitektur: Verteilte Systeme auf der Basis von WWW-Technologien

Ein langfristiges Ziel der Unterstützung von föderierten Informationssystemen ist eine einheitliche Architektur für alle greifbaren Objekte und den zwischen ihnen ablaufenden Protokollen in einer offenen Umgebung. Konzeptionelle Grundlagen dafür bilden einerseits die definierten Objektmodelle auf der Basis des Distributed Component Object Models (DCOM) und den zugehörigen Objektvermittlern und andererseits die Zugriffsmechanismen der Internet/Intranet-Technologien auf entsprechenden Web-Servern. Abbildung 42 verdeutlicht die Zugriffsmechanismen mit Hilfe der Internet-Technologien. Der Benutzer (Client) greift über das Netzwerk (intern oder extern) mit dem Standardprotokoll *Hypertext-Transfer-Protocol (http)* auf einen Web-Server zu. Dieser Web-Server enthält zusätzlich einen ActiveServer, der die logische Verwaltung und die Ablaufsteuerung des *kollektiven Informationsraumes* übernimmt. Gleichzeitig werden in diesem ActiveServer alle notwendigen Regeln und Zugriffsmechanismen definiert. Dadurch können prinzipiell alle Datenbestände und Anwendungen im Netzwerk bereitgestellt werden.

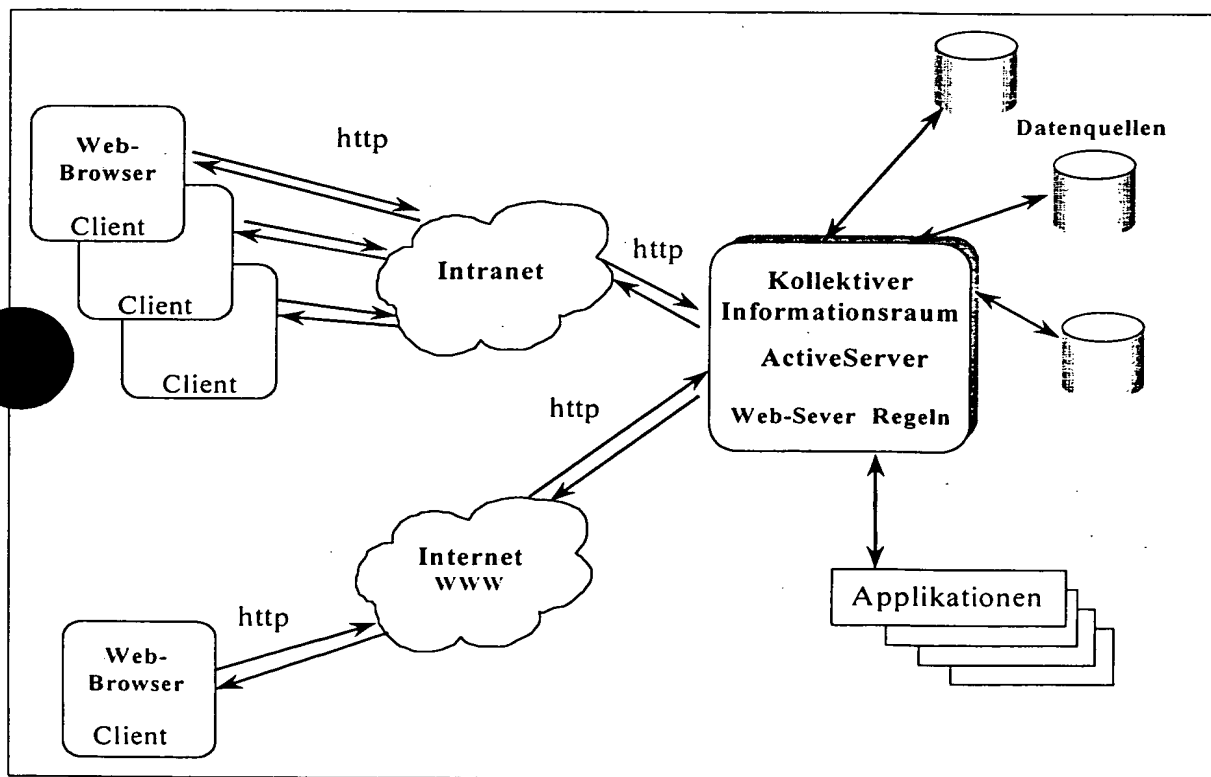


Abbildung 42: Zugriffsmöglichkeiten auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes über einen Web-Server und integriertem ActiveServer als Middleware-Komponente.

Abbildung 43 zeigt die Ebenen des föderierten Informationssystems auf. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle wird mit einem Web-Browser realisiert, der über standardisierte Protokolle (HTTP) auf einen ActiveServer, die eigentliche Ablaufsteuerung, zugreifen kann. Die Methoden der Entwurfsphase und der operativen Phase sind in ihrem Zugriffsverhalten getrennt. Allen Methoden wird über ein Web-Gateway, mit Hilfe eines Object-Broker, der Zugriff auf verteilte Datenbanken, File-Systeme oder Applikationen ermöglicht.

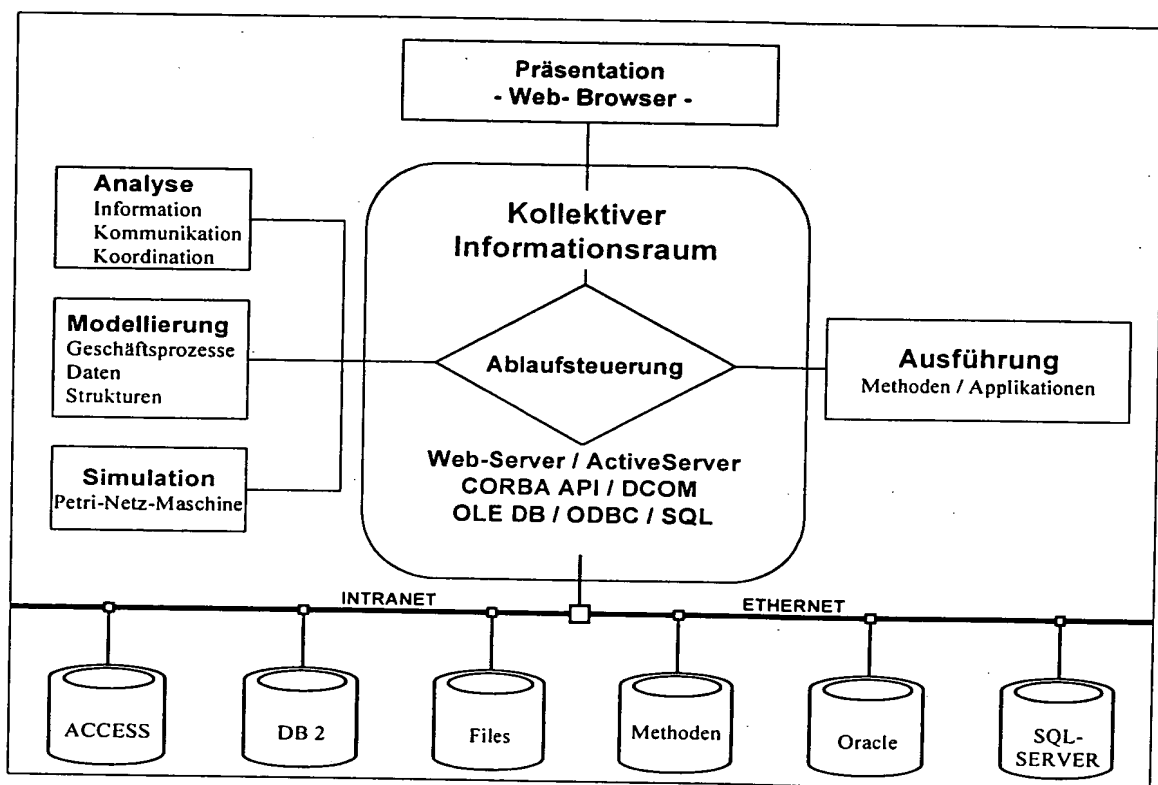


Abbildung 43: Prinzipdarstellung der „Konzeption der flexiblen Kopplung“ auf der Basis von Internet-Technologien.

Ein Ziel des vorgeschlagenen Konzeptes der methodenbasierten, entscheidungsorientierten Informationsbereitstellung ist eine konkrete Unterstützung für Dienstkooperationen in offenen verteilten Systemen auf unterschiedlichen Hardwareplattformen. Die Nutzung der aktuellen Internet-Technologien ermöglicht verteilte Anwendungen in offenen, heterogenen Umgebungen mit dem Ziel weitgehender Interoperabilität und einer guten Verteilungstransparenz auf einheitlicher Weise.

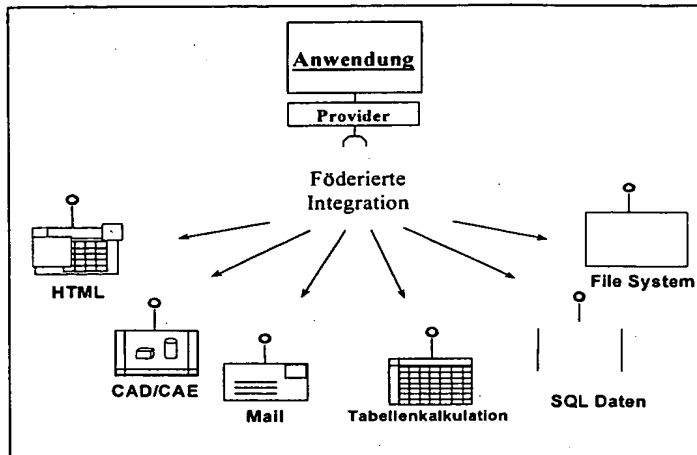


Abbildung 44: Föderierte Integration verschiedenster Datenhaltungssysteme, Anwendungen und Darstellungsformate auf der Basis spezifizierter Systemschnittstellen eines Provider.

Abbildung 44 und Abbildung 45 veranschaulichen das dabei angestrebte Ziel spezifizierter Systemschnittstellen, die verteilten Anwendungen den Zugriff auf beliebige Methoden und Dienste in föderierten Umgebungen durch dedizierte Systemintegrationsfunktionen ermöglichen. Der Anwender (WWW Client) greift über einen WWW Browser auf *den kollektiven Informationsraum* zu. Dieser hat Zugriffsmöglichkeiten auf Do-

kumente in multimedialer Form und kann über weitere Gateways zusätzliche Anwendungen oder Daten integrieren. Gleichzeitig stehen alle auf den jeweiligen Systemplattformen verfügbaren Netzwerkservices zur Verfügung.

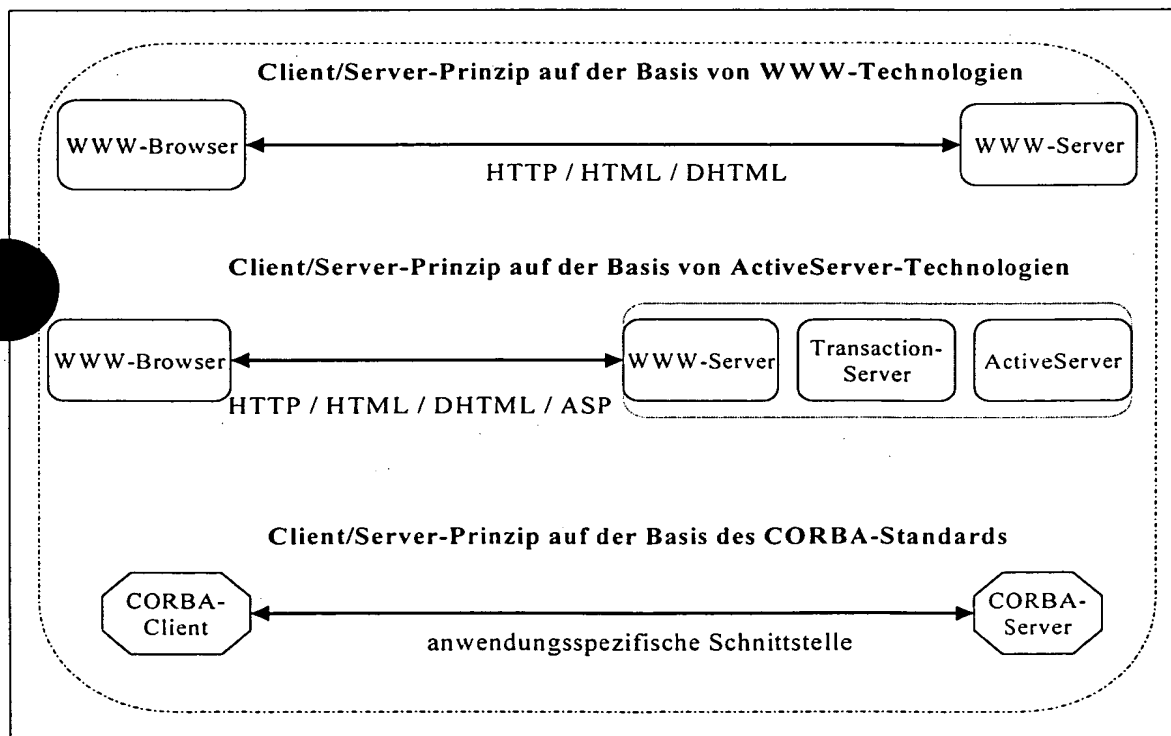


Abbildung 45: Darstellung diverser Client/Server Prinzipien im kombinierten Ansatz verteilter Systeme.

Die Konzeption umfaßt eine Benutzeroberfläche, einen modifizierten Web-Browser, auf welcher der Anwender einerseits eine schnelle und zielgerichtete Navigation innerhalb des kollektiven Informationsraumes über die Strukturbrowser durchführen kann, die einzelnen Objekte, wie Prozesse, Ressourcen, Standorte, Technologien und Datenbankzugriffe menügeführt definiert und andererseits Prozesse und Aktivitäten in ihrem Fluß und ihrer Struktur graphisch modellieren kann.

Eine ausführliche Darstellung der Systemarchitektur, Component- und Middleware sowie einer geeigneten Benutzerschnittstelle findet sich im Anhang.

7 Diskussion der Ergebnisse

7.1 Bedarfsadäquate Bereitstellung von Informationen

Maßnahmen zur bedarfsgerechten Informationsbereitstellung zielen auf eine Verbesserung der Informationsversorgung im Sinne einer möglichst effektiven Deckung des Informationsbedarfes durch die angebotenen Informationsobjekte. Diese Betrachtungsweise zielt auf die Bereitstellung von Informationen am richtigen Ort (Bedarfsträger) zur richtigen Zeit (Aktualität), in der richtigen Menge (keine Über- oder Unterversorgung) und der richtigen Qualität¹³¹ (Genauigkeit, Problemrelevanz), so daß der Informationsgrad¹³² (Quotient aus Informationsstand und Informationsbedarf) gegen eins tendiert.

Die Definition und Messung des Informationsbedarfes an dem sich das Informationsangebot ausrichten soll, stellt ein schwieriges Problem dar. Der Informationsbedarf kann nicht als eine ungeteilte Größe verstanden werden, sondern setzt sich aus einer Mehrzahl von Qualitätsdimensionen zusammen. Für jede Dimension muß ein befriedigender Ausprägungsgrad definiert werden. Dies wird dadurch erschwert, daß der Informationsbedarf sowohl durch die zu bewältigende Aufgabe als auch durch den schon vorhandenen Informationsstand des Informationsnutzers bestimmt wird.

BERTHEL unterscheidet zwischen „normierten“ Aufgabenträgern und „konkreten“ Personen¹³³. Diese Unterscheidung entspricht einer Differenzierung zwischen objektivem und subjektivem Informationsbedarf. Der objektive Informationsbedarf kann losgelöst von einem konkreten Nutzer deduktiv von objektiven Bedarfselementen abgeleitet werden. Ein subjektiver Informationsbedarf muß induktiv aus der Sichtweise eines konkreten Benutzers ermittelt werden.

7.2 Kollektiver Informationsraum

Durch die strukturierte Bereitstellung von *Informationsobjekten* in einem *kollektiven Informationsraum* können beide Informationsbedürfnisse befriedigt werden. Dabei ist es vorteilhaft, daß wichtige Informationen, die für eine Vielzahl von Entscheidungs- und Ausführungsaufgaben notwendig sind, repräsentiert werden können. Durch eine

¹³¹ Vgl. zu Qualitätskriterien von Informationen Berthel (1992) S. 874

¹³² Vgl. Berthel (1975) S. 77

¹³³ Vgl. Berthel (1992) S. 878

Mehrfachverwendung einzelner *Informationsobjekte*, auch wenn *Informationsobjekte* aufgrund der Bedürfnisse einzelner Mitarbeiter redundante Informationsaspekte enthalten, wird eine kostspielige Erfassung von Daten, die über das notwendige Maß hinausgehen, reduziert. Gleichzeitig wird die Informationsbelastung^{134/135} vermindert.

Eine mögliche Informationsredundanz in verschiedenen *Informationsobjekten* des *kollektiven Informationsraumes* spiegelt letztendlich die individuellen Informationsgewohnheiten und –bedürfnisse der beteiligten Menschen wider und ist keineswegs nachteilig, da

- lediglich Strukturinformationen gespeichert werden,
- alle Informationsobjekte originäre Daten verwenden, und
- Informationsobjekte oder Teile davon zu neuen Informationsobjekten aggregiert werden und damit auf die ursprünglichen Daten zurückgreifen,
- Daten in interpretierter oder vor-interpretierter Form in unterschiedlichen Arten visualisiert¹³⁶ werden, damit leichter die Aufmerksamkeit des Nutzers erregen und die Wahrnehmung der vermittelten Information erleichtern.

Diese Art der Redundanz ist auch unter dem Aspekt einer schnellen Informationsverarbeitungszeit mit einem hohen Wahrnehmungsgrad positiv zu sehen. Nach Modellen der Informationspsychologie kann von einem „*vorbewußten Gedächtnis*“¹³⁷ beim Menschen ausgegangen werden. Als „*vorbewußtes Gedächtnis*“ wird ein Zeitkanal¹³⁸ bezeichnet. Dem Menschen ist zwar dessen Inhalt nicht ununterbrochen bewußt, er kann aber durch geeignete Schlüsselinformationen, d.h. assoziativ bewußt, in den Kurzspeicher gerufen werden. Dabei wurde experimentell ermittelt, daß die in einer gegebenen Zeitspanne bewußt erfaßbare Nachricht desto umfangreicher sein kann, je redundanter die Nachricht ist.

Wie im Kapitel *Problemstellung* aufgezeigt, entstehen gerade im prozeßorientierten Umfeld Informationen und Wissen aus einer bestimmten Situation heraus. Es entsteht in einem bestimmten Umfeld, muß jedoch für das Gesamtunternehmen in einer kollektiven Wis-

¹³⁴ Vgl. die Ausführungen im Abschnitt *Team-Informationssystem* bzgl. Aufnahme- und Verarbeitungskapazität des Informationssystems Mensch.

¹³⁵ Vgl. Informationsbelastung Picot; Reichwald (1991) S. 279

¹³⁶ Originäre Daten können, je nach Aufnahmevermögen des Menschen, sowohl als Zahlenreihe, in Tabellen oder in Diagrammen unterschiedlicher Machart visualisiert werden.

¹³⁷ Vgl. hierzu Ausführungen von FRANK /179/ Seite 82-83

¹³⁸ Ein Zeitkanal stellt in diesem Kontext eine Vorrichtung zur Übertragung einer Nachricht von einem Punkt der vierdimensionalen Raumzeit zu einem anderen dar.

sensbasis zugänglich gemacht werden. Die daraus abgeleiteten Anforderungen werden mit der Konzeption des *kollektiven Informationsraumes* erfüllt, denn:

- Informationen sind leicht auffindbar und das Auffinden der Information ist reproduzierbar,
- die Navigation im Strukturraum ist einfach und eindeutig,
- die Informationsobjekte werden im Entstehungskontext repräsentiert und können mit Hilfe von Beziehungs-Matrizen in größeren Kohärenzfeldern gesehen werden, um Alternativen zu erkennen und weitergehende Betrachtungen zu einem Thema vorzustellen,
- es werden sowohl lineare als auch vernetzte Strukturen unterstützt, und
- die Inhalte der Informationsobjekte sind aktuell, da auf originäre Daten zugegriffen wird und jedes Informationsobjekt mit Gültigkeitsstempel und einem persönlichen „Kümmerer“ verbunden ist.

7.3 Vorteile von Informationsobjekten

Nach Einschätzung der 1000 größten Unternehmen Europas, werden jährlich in jedem Unternehmen rund 600.000 Arbeitsstunden durch Recherchen und Suchen von Informationen verschwendet. Dies entspricht einem Einsparungspotential von über 50 Mrd. DM allein bei den 1000 größten Unternehmen Europas /195/. Durch eine eindeutige Strukturierung und Beschreibung der Informationsobjekte als auch der Informationsbeziehungen, kann die Informationsübermittlung in betrieblichen Informationssystemen vereinfacht werden. Daraus resultieren betriebswirtschaftliche Vorteile, welche durch die Parameter Informationskosten und Informationswertigkeit abgebildet werden. Diese beiden Parameter nehmen sehr unterschiedliche Ausprägungen annehmen. Beispielsweise können Informationskosten eingespart werden, indem die interne Abwicklung von Geschäftsprozessen beschleunigt wird.

Wie nachfolgendes Praxisbeispiel zeigt, trägt die schnelle Bereitstellung sehr unterschiedlicher Informationen aus mehreren Unternehmensbereichen wesentlich zur Beschleunigung von Belegungsplanungen bei. Darüber hinaus wird gleichzeitig die Informationswertigkeit erhöht, da aktuelle Informationen dezentraler Unternehmenseinheiten ohne Medienbrüche zur Verfügung stehen. Das Abrufen von Informationen, sowie die Prozeßintegration unterschiedlichster IT-Systeme über ein einheitliches Mensch-Maschine-Interface, reduziert wesentlich den Zeit- und Qualifikationsaufwand und führt zur Senkung von Informationsbereitstellungskosten.

Die Informationskosten vor der Einführung von Informationsobjekten entlang einer Kante b_{kl} sollen mit c_{kl}^v , die Informationswertigkeit mit w_{kl}^v und nach der Einführung mit c_{kl}'' und w_{kl}'' bezeichnet werden.

Die Differenzen der Informationskosten

$$(1) \quad d_{c_{kl}} = c_{kl}^v - c_{kl}'' , \quad \text{bzw. der Informationswertigkeit}$$

$$(2) \quad d_{w_{kl}} = w_{kl}^v - w_{kl}'' , \quad \text{ergeben die jeweiligen Potentiale an Kosteneinsparungen und Erhöhung der Informationswertigkeit.}$$

Als Ansatzpunkte zur Bestimmung der Informationswertigkeit können die Interdependenzen zwischen den Geschäftsprozessen und den dabei notwendigen Entscheidungen dienen. Diese Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten führen in dezentralen Strukturen zu erhöhtem Koordinationsbedarf bei den vielfältigen Aktivitäten. Dieser Koordinationsbedarf kann durch die Bereitstellung von Informationsobjekten, die beispielsweise in vorgelagerten Prozeßschritten erzeugt wurden, verringert werden. Auf der menschlichen Ebene wird durch die standardisierte Bereitstellung von Informationsobjekten eine Vereinfachung der Informationsbereitstellung erreicht.

Die starke Personifizierung der bereitgestellten Informationsobjekte durch den jeweiligen „Kümmerer“ läßt eine hohe Informationsqualität und permanente Aktualisierung erwarten. Die einheitliche Strukturierung der Informationen und die Bereitstellung von Methodenbausteinen zur Integration von Prozessen und Systemen, wird zu einer erhöhten Bereitschaft zum Austausch von Informationen führen. Die Entscheidungsgrundlagen der Mitarbeiter wird verbessert, denn sie werden nun Informationen in ihre Entscheidungen einbeziehen, die sie ohne die Bereitstellung von Informationsobjekten nicht berücksichtigt hätten oder nicht berücksichtigen konnten (siehe Abbildung 46).

Daraus läßt sich ableiten, daß die Informationswertigkeit tendenziös um so größer sein wird, je stärker die Wechselwirkungen zwischen den Informationsobjekten, den Primärprozessen und den Entscheidungen sind. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn aufgrund der Organisationsform oder komplizierter Prozeßabläufe dezentrale Entscheidungen erwünscht und notwendig sind.

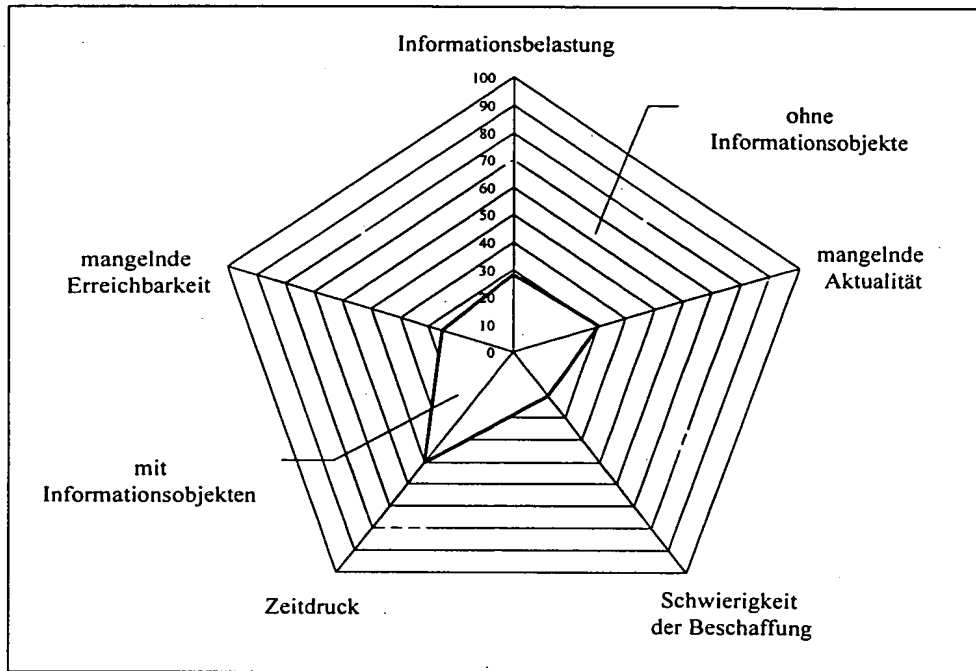


Abbildung 46: Veränderung der Entscheidungsqualität aufgrund des Einsatzes von Informationsobjekten und ihrer strukturierten Bereitstellung in einem kollektiven Informationsraum.

Werden die beiden Einsparpotentiale (Differenzen der Informationskosten und der Informationswertigkeiten) als Kosten von Information-Beziehungen (kantenbezogene Kosten) aufgefaßt, so kann die Variable

$$(3) \quad \varepsilon_{kl} = d_{c_{kl}} + d_{w_{kl}} \quad \forall k, l \in N \text{ und } k \neq l$$

gebildet werden. Berücksichtigt man alle Informationsobjekte, kann die Variable ε_{kl} als Matrix

$$(4) \quad \sum_m^n = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \dots & \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \dots & \varepsilon_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varepsilon_{m1} & \varepsilon_{m2} & \dots & \varepsilon_{mn} \end{bmatrix} \text{ beschrieben werden.}$$

7.4 Nachteile von Informationsobjekten

Den beschriebenen Vorteilen von betrieblichen *Informationsobjekten* stehen natürlich auch Nachteile gegenüber. Für die standardisierte Bereitstellung von *Informationsobjekten* entstehen Kosten für die Implementierung und Pflege, wobei der größere Kostenanteil in der eigentlichen Erstellungsphase der *Informationsobjekte* anfallen wird.

Die Informationsobjekte werden aus unterschiedlichen Informationselementen, vorhandenen Informationsobjekten oder vollkommen neuen Dokumenten zusammengestellt und in die Struktur des mehrdimensionalen Informationsraumes eingestellt. Zusätzliche Kosten fallen für die Spezifikation der Semantik der Fachbegriffe und den notwendigen Qualifizierungsmaßnahmen an, die jedoch im Sinne eines „lernenden Unternehmens“ positiv zu bewerten sind.

Die Kosten der benötigten Basisinfrastruktur, Soft- und Hardware können hier außer Acht gelassen werden, da davon ausgegangen wird, daß die notwendigen Kommunikationssysteme in dezentralen Strukturen unabdingbar sind. Die notwendigen Investitionen in Übertragungsbandbreiten der Netzwerke hängen stark von der Anzahl der Nutzer und den zu übertragenden Datenvolumen ab, so daß diese Kosten entsprechend den individuellen Bedingungen zu berücksichtigen sind.

Wie vorab erläutert, stellen die Informationsobjekte die Knoten des Informationssystems dar, so daß die Kosten folglich auf die Informationsobjekte (knotenbezogen) bezogen definiert werden können.

Mit

$$(5) \quad \alpha_k \text{ (Aufwand)} \quad k \in N$$

lassen sich die informations-objektbezogenen Kosten als n-dimensionaler Vektor

$$(6) \quad \sum_1^n \text{ Aufwand} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_n \end{bmatrix}$$

darstellen.

7.5 Praxisbeispiel

Die Entscheidung über den Einsatz von Informationsobjekten in betrieblichen Informationssystemen wird stark durch den Grad der Interdependenzen der Prozesse und dem Informationsbedarf beeinflusst. Abbildung 47 zeigt beispielhaft den Informationsbedarf bei der Belegungsplanung einer Papiermaschine auf. Neben den klassischen Informationsobjekten Bestände, Kapazitäten und Zeiten werden die Wirkungszusammenhänge mit anderen Primärprozessen deutlich.

Für die Produktionsprogrammplanung sind aktuelle Informationen über Restriktionen in der Wahl des Verfahrens zur Produkttrocknung¹³⁹ notwendig. Bei einer längeren Trocknung mit Erdgasbeheizung können sich erhöhte Wärmefrachten¹⁴⁰ ergeben, deren Nichtbeachtung zur Überschreitung behördlicher Auflagen führen könnte. Wärmefrachtüberschreitungen würden damit u.U. Minderleistungen beim aktuellen Sortenprogramm bedeuten und Verschiebungen der Belegungspläne nach sich ziehen.

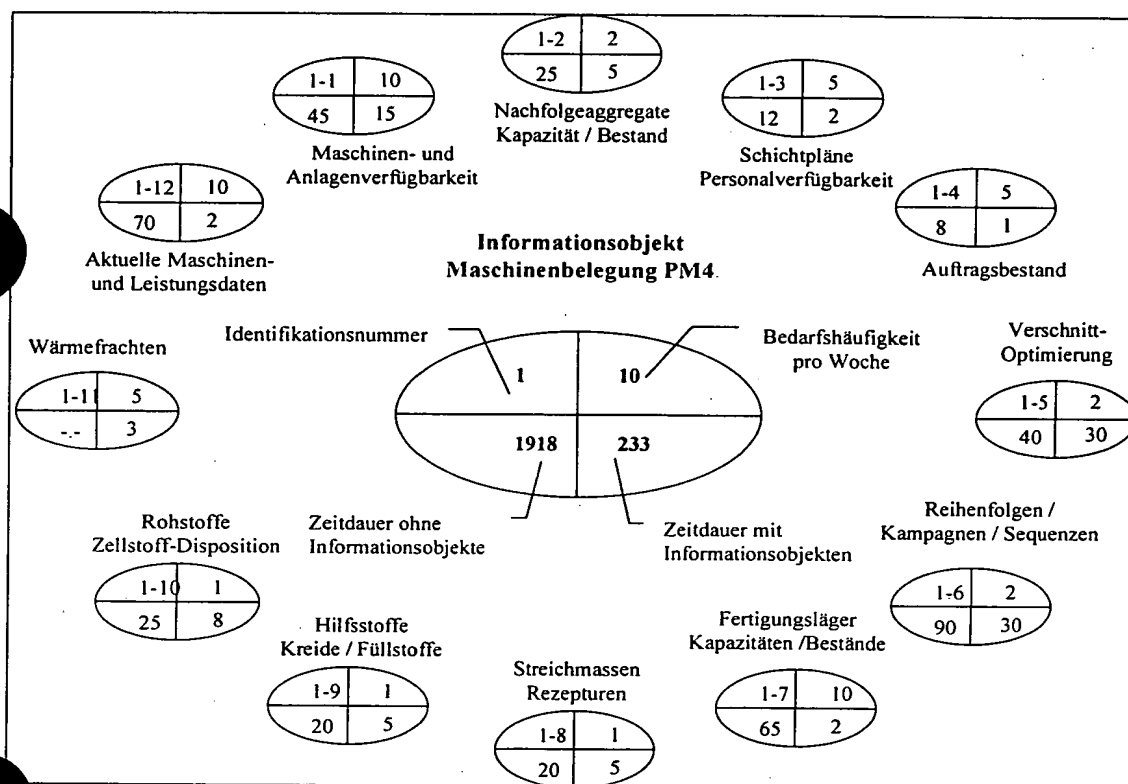


Abbildung 47: Aggregation mehrerer Informationsobjekte in einem Informationsobjekt *Maschinenbelegung PM4*.

Ebenso wichtig sind Informationen über die Verfügbarkeit der Anlagen aufgrund der aktuellen Wärmefracht oder der Instandhaltungsplanungen. Mit der Freigabe zur Produktion von Mehrmengen oder durch Änderung der Abmessungsfolgen können organisatorische Stillstände für Sortenwechsel in die kühleren Abendstunden verschoben und damit verbun-

¹³⁹ Im betrachteten Unternehmen wird in einem eigenen Kraftwerk der notwendige Prozeßdampf erzeugt. Primär wird der notwendige Trocknungsprozeß mit einer Dampfheizung realisiert. Für besondere Qualitäten besteht jedoch auch die Möglichkeit mit Erdgas zu beheizen, was u.U. eine vereinfachte Prozeßführung für den Betreiber bedeuten kann.

¹⁴⁰ Im aktuellen Fertigungsprozeß nicht benötigter Prozeßdampf der über Kühleinrichtungen an einen Wasserkanal abgegeben werden muß.

dene Wärmefrachten¹⁴¹ vermieden werden. Neben diesen umweltrelevanten Informationen sind natürlich alle betriebswirtschaftlichen Informationen wie Auftrags- oder Lagerbestände, Verfügbarkeit der Einsatzstoffe, Nachfolgeaggregate oder Personal- und Schichtpläne relevant.

Die Bewertung der Informationsobjekte hinsichtlich Informationskosten und Informationswertigkeit soll deshalb an diesem Beispiel erläutert werden. Abbildung 48 stellt die Informationsproblematik in dem vorab erläuterten Informations-Beziehungs-Schaubild dar. In jedem Informationsobjekt stellt die linke obere Zahl eine Identifikationsnummer des Informationsobjektes dar. Die rechte obere Zahl repräsentiert die Kosten der Erstellung des Informationsobjektes.

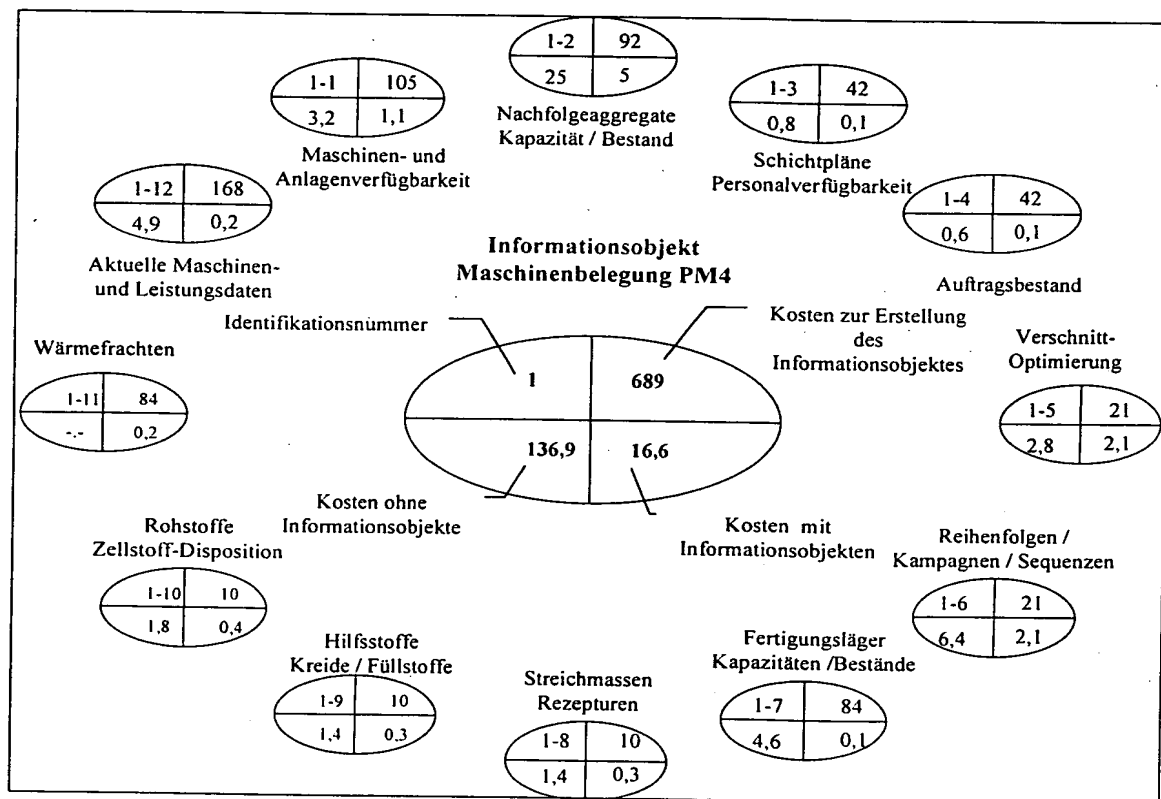


Abbildung 48: Vergleich der direkten Kostenbeeinflussung durch den Einsatz von Informationsobjekten.

¹⁴¹ Es wird nach wie vor die elektrische Energie des Kraftwerkes benötigt, aber kein Prozeßdampf für die Trocknung. Für das Kraftwerk bedeutet dies, daß die „Überschußenergie“ als Wärmefracht an das Kühlwasser abgeführt werden muß.

Den Information-Beziehungen sind die realisierbaren Kosteneinsparungen für einen Bewertungszeitraum zugeordnet. Die linke untere Zahl entspricht den Kosten, die entstehen, wenn keine Informationsobjekte vorhanden sind. Bei Verwendung von Informationsobjekten ergeben sich Kosten, die durch die untere rechte Zahl gekennzeichnet sind.

Die realisierbaren Kosteneinsparungen zwischen den knoten- und kantenbezogenen Kosten wird nun anhand des obigen Beispiels erläutert. Für die Erstellung der aufgeführten Informationsobjekte werden 689 Geldeinheiten benötigt. Gleichzeitig werden direkte Kosteneinsparungen entlang den Kanten von 120 Geldeinheiten pro Nutzung der Informationsobjekte realisiert. Damit wird deutlich, daß bereits nach ca. 6 Nutzungen die zur Erstellung der Informationsobjekte notwendigen Kosten ausgeglichen werden.

Diesen Zahlen sind ausschließlich die Informationskosten berücksichtigt. Die Verbesserung der Informationswertigkeit blieb unberücksichtigt, obwohl sich durch die Informationsobjekte wesentliche Verbesserungen ergeben. Beispielsweise ist es erst mit den schnellen Zugriffsmöglichkeiten auf Prozeßvariable möglich geworden, die Auswirkungen von Wärmefrachten bei der Belegungsplanung zu berücksichtigen. Berücksichtigt man zusätzlich die mehrfache Nutzungsmöglichkeiten der Informationsobjekte in anderen Primärprozessen, so werden die Vorteile noch deutlicher.

7.6 Information-Beziehungen

Die eingeführten Information-Beziehungen von Informationsobjekten ermöglichen dem Benutzer des Team-Informationssystems eine schnelle Übersicht, der bei einer Anfrage rückgelieferten Objektverweise. Mit den integrierten Metadaten der *Post-it-Informationen* wird eine zeitaufwendige Analyse der originären Informationsobjekte reduziert, da diese Kurzbeschreibungen eindeutige Hinweise bieten, ob sich ein Anwählen der referenzierten Informationsobjekte für die aktuelle Aufgabenstellung lohnen wird.

Verbesserungspotential ist bei der Erstellung dieser *Post-it-Informationen* vorhanden, da diese bisher in manueller Art und Weise durch den „Kümmerer“ erstellt werden muß. Prinzipiell kann diese Funktion durch einen Software-Agenten übernommen werden, der das Informationsobjekt nach relevanten Begriffen durchsucht und entsprechende Abstract erzeugt.

Als vorteilhaft für den Aufbau von virtuellen Informationsräumen erwiesen sich die eingeführten Beziehungs-Matrizen. In der prototypischen Realisierung wurde die Matrix durch

zwei Beziehungstabellen ersetzt, da die dynamische Erweiterbarkeit erleichtert wird und das Durchsuchen der Tabellen Geschwindigkeitsvorteile mit sich bringt. Mit der Beziehungs-Matrix konnte eine schnelle und übersichtliche Generierung von sogenannten Local-Map oder Sitemap realisiert werden. Die grafische Aufbereitung der Beziehungen ermöglicht eine schnelle Navigation im Umfeld eines selektierten Informationsobjektes. Gleichzeitig kann in Verbindung mit den sonstigen Metadaten eines Informationsobjektes, eine automatisierte Konsistenzprüfung der Objektverweise und Benachrichtigung der „Kümmerer“ bzw. der Mitbenutzer bei Änderungen erfolgen. Weitere Verbesserungen könnten durch Forschungen zur Erstellung von personalisierten Datenkarten oder 3D-Metaphern ergeben, die beim Navigieren im kollektiven Informationsraum eine individuelle Karte für den Benutzer erzeugen.

7.7 Lokalisierung von Informationsobjekten und erweiterte URL

Ein einheitlicher Zugriff auf Informationsobjekte und Ressourcen ist eine entscheidende Voraussetzung für eine konsequente Nutzung des Team-Informationssystems. Die verwendete Lokalisierungsmethode des Internet mit den Uniform Resource Locators (URL) lieferte eine gute Ausgangsbasis. Wesentliche Vorteile ergeben sich durch die eingeführten Erweiterungen mit Methoden und Strukturparametern des kollektiven Informationsraumes.

Die Methoden stehen in einer Middleware zur Verfügung und verbinden die Vorteile der Internet-Technologien mit Object-Request-Broker Konzepten von CORBA oder DCOM. Damit ist eine föderierte Integration unterschiedlichster Anwendungen und Datenhaltungssysteme in heterogenen Systemlandschaften möglich geworden.

Die zu den Methoden zugehörigen Strukturparameter erlauben eine wesentliche Verbesserung der Navigationsmöglichkeiten. Die damit verbundene direkte Integration der Strukturbrowser und Blockschalbildern oder CAD-Objekten ermöglicht einen unmittelbaren und direkten Prozeßbezug sowohl auf Geschäftsprozesse als auch auf verfahrenstechnische Prozeßketten.

Einen weiteren Vorteil ergibt sich aus der Unabhängigkeit der Lokalisierungsmethode von der Zieladresse, da mit Hilfe der Strukturparameter beliebige Ressourcen, wie z.B. reale Bauteile und örtliche Positionen von Ressourcen (z.B. Ablagen für Anlagenpläne oder Genehmigungen) die nicht in elektronischer Form vorliegen, eindeutig beschrieben werden können.

Nicht gelöst, durch die Einführung der Beziehungs-Matrizen jedoch wesentlich verbessert, wurde das Problem der Konsistenz von Objekten. Nachteilig an der Lokalisierung auf der Basis von URLs ist, daß bei Entfernen, Verschieben oder Umbenennen von originären Dokumenten die Information-Beziehungen inkonsistent werden. Die vorgeschlagene Prüfung der Verweiskonsistenz mit routinemäßigen Batchprozessen ist natürlich unbefriedigend und bei sehr großen Informationsbeständen zu aufwendig.

7.8 Navigation

In der vorliegenden Konzeption wurden mehrere Navigationsmöglichkeiten aufgezeigt und in einer prototypischen Anwendung realisiert. Die Navigation mit Hilfe der Strukturbrowser in den drei Primärdimensionen des kollektiven Informationsraumes erlaubt ein schnelles und sicheres Auffinden von Informationsobjekten über unterschiedliche Zugangspfade. Die Einführung der zusätzlichen Strukturdimension *Objekt-Typ* ermöglicht eine schnelle Eingrenzung relevanter Informationsobjekte aus einem größeren Informationsangebot bei spezifischen Aufgabenstellungen.

Eine schnelle und prozeßnahe Navigation erlauben Blockschaltbilder. Die Blockschaltbilder sind direkt mit den Wirkungsbereichen gekoppelt, so daß ein schneller Wechsel zwischen visueller Navigation und Strukturbrowser möglich wird. Blockschaltbilder erlauben dem ungeübten Benutzer aus dem operativen Anlagenumfeld eine zielsichere Suche nach relevanten Informationsobjekten, da eine dem üblichen Sprachgebrauch entsprechende Beschreibung vorliegt und Anlagenfunktionen erkennbar sind.

Navigation mit Hilfe von Blockschaltbildern läßt sich auf eine Navigation über Organigramme oder vordefinierten Workflow übertragen.

Die Integration von objektorientierten CAD-Systemen und ihre Verknüpfung mit den Strukturparametern der Wirkungsbereiche bietet eine weitere vorteilhafte Art der Navigation. Für einen Anlagenbetreiber ist es z.B. wesentlich leichter über ein Objekt *Tank* in einem Übersichtsplan eine Bestellung eines Einsatzstoffes, der gleichzeitig einen Gefahrstoff darstellen kann, auszulösen. Wesentliche Parameter wie Lagerort, zulässige Einsatzstoffe oder max. Füllmengen sind direkt mit dem Informationsobjekt *Gefahrstoffbestellung*, in das ein Objekt *Tank* der CAD-Zeichnung integriert wurde, verknüpft, so daß lediglich der gewünschte Einsatzstoff und die Bestellmenge für eine Bestellanforderung benötigt werden. Die notwendigen Transaktionen werden über die vorab erläuterten Methoden in einer Middleware für den Benutzer unsichtbar ausgeführt.

Diese Konzeption wurde mit dem Prototypen des Team-Informationssystems am Beispiel einer Gefahrstoffbestellanforderung mit realer Kopplung an ein SAP R/3 System, einer Technologie-Datenbank und an ein 2D-CAD-System der Fa. Intergraph evaluiert¹⁴².

7.9 Architektur der flexiblen Kopplung

Die informationstechnische Unterstützung von Geschäftsvorgängen durch die vorgeschlagene Architektur erfüllt die Forderungen nach physischer und logischer Verteilung von Daten und Anwendungen sowie einer zumindest partiellen Autonomie einbezogener Systeme. Durch die einheitliche Sicht auf das Gesamtsystem mit Hilfe handelsüblicher WWW-Browser wird für den einzelnen Benutzer der Umgang mit heterogenen Anwendungssystemen mit unterschiedlichen Datenmodellen wesentlich vereinfacht.

Medialität	Aufgrund des Hyper-Media-Konzeptes lassen sich prinzipiell alle Medien die in einem WWW-Browser darstellbar sind integrieren.
Flexibilität	Die Konzeption des kollektiven Informationsraumes mit Informationsobjekten ermöglicht, ohne daß aufwendige Anpassungen notwendig werden, eine flexibel Reaktion auf strukturelle Veränderungen.
Situationsgerecht und spontan	Direkte prozeß-, aufgaben und situationsgerechte Abfragemöglichkeiten, die sich nicht an den Produkten, sondern an den Prozessen orientieren, werden unterstützt.
Trennung von Funktion und Ablaufsteuerung	Eine funktionale Aufteilung in Methoden, Nutzung von Standardsoftware und deren flexible Kopplung ermöglicht schnelle Informationsbeschaffung und -verarbeitung.
Objektorientiert	Objektorientiert in dem Sinne, daß nicht gerade die aktuelle Realität abgebildet wird, sondern Objekte entstehen, die mit einer Ähnlichkeit der Problemstruktur zurecht kommen.
Integration und Nutzung von Fremdsystemen	Die Zugriffs- und Abbildungsmöglichkeiten von in Fremdsystemen enthaltenen Prozeßinformationen (z.B. Prozeßparameter, Auflagen, Gefahrstoffhinweise,...) wird ermöglicht.
Prozeßmodell	Ein unternehmensspezifisches Prozeßmodell für technologische, logistische und organisatorische Prozesse mit dynamischer Anpassungsfähigkeit ist Basis des Methodenpools.
Aktivitäten und Hierarchien	Die Aggregation und Dekomposition von Prozeßketten in ihre Aktivitäten und die Bildung von Prozeßhierarchien verbessert die Transparenz der Abläufe.

Tabelle 5: Erfüllte Kriterien der vorliegenden Konzeption „kollektiver Informationsraum“

¹⁴² Siehe hierzu Proceedings DARIF Fachforum Nov. 1997, FZK Karlsruhe

Im Kapitel *Anforderungen*, wurden u.a. die in der Spalte 1 der Tabelle 5 dargestellten Kriterien definiert. Basierend auf Informationsobjekten, die in einem mehrdimensionalen kollektiven Informationsraum strukturiert repräsentiert werden und bedarfsorientierten Methodenbausteinen, erfüllt die vorliegende Konzeption eines Team-Informationssystems diese Kriterien (siehe auch Spalte 2 Tabelle 5) zufriedenstellend. Ebenso werden die beiden wichtigen Forderungen nach einfacher und schneller Navigation innerhalb des Informationsangebotes und einer förderierten Integration von Prozessen und Systemen in eine multimediale Benutzerumgebung erfüllt.

8 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wird Kommunikation von Wissen, am Beispiel der prozeßorientierten Serienfertigung evaluiert, zunächst als einen Prozeß des Austausches von Informationen, die mit zusätzlichen Strukturmerkmalen versehen sind, verstanden. Aufbauend auf den Informationstheorien von Shannon, Weaver und Nauta wurde erarbeitet, daß hierzu markante Zusammenhänge gekennzeichnet und die Bedeutung der einzelnen Informationen im Kontext der Gemeinsamkeiten relativiert werden müssen. Maßnahmen zur bedarfsgerechten Informationsbereitstellung zielen auf eine Verbesserung der Informationsversorgung im Sinne einer möglichst effektiven Deckung des Informationsbedarfes durch die angebotenen Informationen. Hierbei ist zu beachten, daß mit Hilfe der angebotenen Informationen die Qualität von Entscheidungen und der Zeitpunkt der Entscheidungsfindung determiniert wird. Es ist deshalb notwendig, einerseits den objektiven Informationsbedarf, d.h. losgelöst von einem konkreten Nutzer, deduktiv von objektiven Bedarfselementen abzuleiten. Gleichzeitig muß jedoch der subjektive Informationsbedarf induktiv aus der Sichtweise der konkreten Benutzer ermittelt werden.

Zur Erfüllung dieser Forderungen wird der Ansatz eines „kollektiven Informationsraumes“ mit multidimensionalen Informationsvektoren entwickelt, indem ein Strukturraum für Informationsobjekte mit den Primärdimensionen „Prozesse“, „Wirkungsbereiche“ und „Informationsaspekte“ und den Sekundärdimensionen Objekt-Typ und Zeitstempel definiert wird. Informationsobjekte repräsentieren die notwendigen Referenzen auf Informationen, Methoden und Beziehungen und werden in Form einer polyhierarchischen Katalogisierung, als einheitliches Verzeichnis der im Unternehmen zu haltenden Informa-

tionen, spezifiziert. Die Strukturierung nach den drei Primärdimensionen ermöglicht dem Benutzer eine hierarchische Navigation im kollektiven Informationsraum. Gleichzeitig erlaubt die polyhierarchische Strukturierung eine automatische, d.h. datenbankunterstützte Suche nach Informationsobjekten mit ähnlichen Positionen im Strukturraum, die sich nur in einem oder einer festgelegten Menge von Aspekten voneinander unterscheiden. Die strukturierte Bereitstellung von Informationsobjekten in einem kollektiven Informationsraum, ermöglicht eine interaktive Navigation und bedarfsorientierte Verfügbarkeit unter Verwendung heterogener und verteilter Daten-, Informations- und Wissensbestände. Entscheidend ist die bedarfsgerechte Komposition oder Dekomposition der jeweils benötigten Informationen.

Ein wesentlicher Bestandteil der neuartigen Konzeption stellt die Gleichbehandlung von Informationsobjekten und Information-Beziehungen dar. Information-Beziehungen werden neben den Informationsobjekten als eigenständige Objekte aufgefaßt und wie diese in einer Datenbank gespeichert. Information-Beziehungen werden durch Strukturparameter, welche die Strukturdimensionen des kollektiven Informationsraumes beschreiben, erweitert. Referentielle Information-Beziehungen ermöglichen das komfortable Navigieren innerhalb der Informationsobjekte. Semantische Information-Beziehungen weisen auf ähnliche oder weiterführende Informationsobjekte hin. Methodische Information-Beziehungen dienen zur Prozeßintegration. Objektorientierte Information-Beziehungen erlauben die Referenzierung von realen Objekten. Die Information-Beziehungen werden nicht nur in den Informationsobjekten selbst referenziert, sondern zusätzlich in Beziehungs-Matrizen verwaltet. Die eingeführten Information-Beziehungen von Informationsobjekten ermöglichen eine schnelle Übersicht der bei einer Anfrage zurückgelieferten Objektverweise. Mit den integrierten Metadaten der Post-it-Informationen wird eine zeitaufwendige Analyse der originären Informationsobjekte reduziert, da diese Kurzbeschreibungen eindeutige Hinweise bieten, ob sich ein Anwählen der referenzierten Informationsobjekte für die aktuelle Aufgabenstellung lohnen wird.

Ein Benutzer kann mit unterschiedlichen Methoden in der Struktur des kollektiven Informationsraumes navigieren. Die Navigationshilfen können semantische Beziehungen zwischen Informationsobjekten darstellen. Das vor- und rückwärtige Verfolgen der Information-Beziehungen der Informationsobjekte erlaubt einen, beliebig tief einstellbaren, Einblick in die Vernetzungsstruktur eines Informationsobjektes. In der vorliegenden Kon-

zeption wurden mehrere Navigationsmöglichkeiten aufgezeigt und in einer prototyphaften Anwendung realisiert. Die Navigation mit Hilfe der Strukturbrowser, von Blockschaltbildern und Zeichnungen in den Strukturdimensionen des kollektiven Informationsraumes, erlaubt ein schnelles und sicheres Auffinden von Informationsobjekten über unterschiedliche Zugangspfade. Die Einführung der zusätzlichen Strukturdimension Objekt-Typ ermöglicht eine schnelle Eingrenzung relevanter Informationsobjekte aus einem größeren Informationsangebot bei spezifischen Aufgabenstellungen.

Durch die eindeutige Strukturierung und Beschreibung der Informationsobjekte als auch der Informationsbeziehungen, kann die Informationsübermittlung in betrieblichen Informationssystemen vereinfacht werden. Daraus resultieren betriebswirtschaftliche Vorteile, welche durch die Parameter Informationskosten und Informationswertigkeit abgebildet werden. Die einheitliche Strukturierung der Informationen und die Bereitstellung von Methodenbausteinen zur Integration von Prozessen und Systemen, wird zu einer erhöhten Bereitschaft zum Austausch von Informationen führen. Die Entscheidungsgrundlagen der Mitarbeiter wird verbessert, denn sie werden nun Informationen in ihre Entscheidungen einbeziehen, die sie ohne die Bereitstellung von Informationsobjekten nicht berücksichtigt hätten oder nicht berücksichtigen konnten. Den beschriebenen Vorteilen von betrieblichen Informationsobjekten stehen natürlich auch Nachteile gegenüber. Für die standardisierte Bereitstellung von Informationsobjekten entstehen Kosten für die Implementierung und Pflege, wobei der größere Kostenanteil in der eigentlichen Erstellungsphase der Informationsobjekte anfallen wird.

Vorgestellte Konzeption des kollektiven Informationsraumes unterstützt eine föderierte Integration unterschiedlicher Systeme und Methoden. Über die Struktur des gemeinsamen Informationsraumes werden die verteilten und heterogenen Daten,- Informations- und Wissensbestände allgemein verfügbar. Ein langfristiges Ziel der Unterstützung von föderierten Informationssystemen ist eine einheitliche Architektur für alle greifbaren Objekte und den zwischen ihnen ablaufenden Protokollen in einer offenen Umgebung. Auf der Basis von WWW-Technologien wurde eine Systemarchitektur entworfen, die mit Hilfe eines Object-Brokers den Zugriff auf verteilte Datenbanken, File-Systeme oder Applikationen ermöglicht. Mit spezifizierten Systemschnittstellen werden verteilten Anwendungen Zugriffe auf beliebige Methoden und Dienste in föderierten Umgebungen durch dedizierte Systemintegrationsfunktionen ermöglicht. Der Anwender greift über einen WWW Browser auf den kollektiven Informationsraum zu. Dieser hat einerseits Zugriffsmöglichkeiten auf Doku-

mente und Informations- und Wissensbestände in multimedialer Form und kann über weitere Gateways zusätzliche Anwendungen und Methoden integrieren. Gleichzeitig stehen alle auf den jeweiligen Systemplattformen verfügbaren Netzwerkservices zur Verfügung.

Forschungsbedarf besteht bei der Frage der Konsistenz von Information-Beziehungen. Nicht gelöst, durch die Einführung der Beziehungs-Matrizen jedoch wesentlich verbessert, wurde das Problem der Konsistenz von Information-Beziehungen. Der entscheidende Vorteil für die Verweiskonsistenz ergibt sich durch die Repräsentation der Information-Beziehungen und den zugehörigen Strukturinformationen in einem eigenständigen Datenhaltungssystem. Die vorgeschlagene Prüfung der Verweiskonsistenz mit routinemäßigen Prüfprozessen ist natürlich unbefriedigend und bei sehr großen Informationsbeständen zu aufwendig. Das eingeführte Lokalisierungskonzept verbessert aufgrund der Definition einer „erweiterten URL“, multidimensionale Informationsvektoren, die Lokalisierung betrieblicher Informationsobjekte. Dies ermöglicht, Navigationsmenüs direkt aus den Strukturdimensionen und der aktuellen Position des Benutzers im Strukturraum des kollektiven Informationsraumes zu berechnen und damit ein flexibles Design von Sichten in den Strukturraum zu ermöglichen.

9 Anhang

9.1 Literatur

- /1/ Grabowski, H.; Spath, D.; Rembold, U.; Schweizer, G.:
Strukturierung und Konfigurierung von CIM-Systemen für branchenbezogene Klein- und Mittelbetriebe auf der Basis standardisierter Systemmodelle.
In: Projektbericht im Rahmen des Forschungsschwerpunktprogramms Baden-Württemberg; 1993
- /2/ Teufel, S.; Sauter, C.; Mühlherr, T.; Bauknecht, K.:
Computerunterstützung für die Gruppenarbeit.
Aufl. 1; Bonn; Addison Wesley; 1995
- /3/ Hammer, M.; Champy, J.:
Business Reengineering – Die Radikalkur für das Unternehmen.
Aufl. 4; Campus Verlag; Frankfurt; 1994
- /4/ Kühnle, H.:
Paradigmenwechsel in der Produktion - Die Fraktale Fabrik.
Vortrag Management Circle, Stuttgart, 1995
- N.N.:
Strategien für die Produktion im 21. Jahrhundert. Endbericht des AK "Produktion in turbulentem Umfeld".
In: BMFT (Hrsg.): Endbericht des AK "Produktion in turbulentem Umfeld"; Aufl.1; Bonn; BMFT; 1994
- /6/ Schmidt, G.:
Kostenmanagement in der Fertigung
In: Mertins, K.; Schmidt, G. (Hrsg.): Fertigungsleitsysteme im Einsatz;
Aufl. 1; Berlin; IPK Eigenverlag; 1994; Seite 235-252
- /7/ Schneider, U.:
Management in der wissensbasierten Unternehmung
In: Schneider, Ursula (Hrsg.): Wissensmanagement - Die Aktivierung des intellektuellen Kapitals;
Aufl. 1; Frankfurt am Main; Frankfurter Allgemeine Zeitung; 1996; Seite 13
- /8/ Karner, F.H.:
Die personelle und strukturelle Seite des intellektuellen Kapitals
In: Schneider, Ursula (Hrsg.): Wissensmanagement - Die Aktivierung des intellektuellen Kapitals;
Aufl. 1; Frankfurt am Main; Frankfurter Allgemeine Zeitung; 1996; Seite 78
- Pulic, A.:
Elemente der Informationswirtschaft: Jenseits von Smith und Keynes;
Aufl. 1; Wien; Böhlau; 1993
- /10/ Müller, H.:
Informationsmanagement - heute
In: IBM Nachrichten; Ausgabe: 39; 1989; Seite 15-21
- /11/ Böhle, F.; Rose, H.:
Technik und Erfahrung
Aufl. 1; Frankfurt, Campus; 1992; Seite 119-138
- /12/ Schneider, H.-J.:
Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung;
Aufl. 3; München; Oldenbourg; 1991; Seite 387-ff
- /13/ Deiser, R.:
Vom Wissen zum Tun und zurück
In: Schneider, Ursula (Hrsg.): Wissensmanagement - Die Aktivierung des intellektuellen Kapitals;
Aufl. 1; Frankfurt am Main; Frankfurter Allgemeine Zeitung; 1996; Seite 52

- /14/ Nieschlag, R.; Dichtl, E.; Hörschgen, H.:
Marketing;
Aufl. 16; Berlin; Dunker & Humblot; 1991; Seite 957-ff
- /15/ Brödner, P.:
Rechnerunterstützte Arbeit zwischen Euphorie und Ernüchterung
In: VDI-Zeitung; Ausgabe: 139 1/2; 1997; Seite 10
- /16/ Gulden, G.; Reck, R.:
CSF technique can apply to team management
In: Computerworld; June 25; 1984; Page 51-60
- /17/ McNurlin, B.:
What Information Do Manager Need?
In: EDP Analyzer; Vol.17 No. 6; 1979; Page 1-12
- /18/ Hartmann, M.:
Merkmale zur Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen bei turbulenten Aufgaben;
Aufl. 1; Stuttgart; Logis-Verlag; 1995; Seite 15
- /19/ Malone, T.W.; Crowston, K.
What is Coordination Theory and How Can It Help Design Cooperative Work Systems? Proceedings of the Third Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 90); New York; 1990
- /20/ Teufel, S.:
Unterstützung der kooperativen Aufgaben innerhalb des Informationsmanagements
In: Kirn, S.; Unland, R. (Hrsg.): Unterstützung organisatorischer Prozesse durch CSCW; Aufl. 1; Münster; Westfälische Wilhelms-Universität Münster; 1993; Seite 21-35
- /21/ Roller, D.:
Werkzeuge für die Produktentwicklung
In: CAD-CAM Report; Ausgabe: 2; 1995
- /22/ Schomburg, E.
Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme im Maschinenbau; Dissertation RWTH Aachen; 1980
- /23/ Kistner, K.-P.; Steven, M.:
Produktionsplanung;
Aufl. 2; Heidelberg; Physika-Verlag; 1993; Seite 20 ff.
- /24/ Kühnle, H.:
Prinzip der fraktalen Fabrik verändert Informationsfluß
In: Maschinenmarkt; Ausgabe: 101/18; 1995; Seite 74-80
- /25/ Kern, W.:
Die Produktionswirtschaft als Erkenntnisbereich der Betriebswirtschaftslehre
In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF); Ausgabe: Bd.28; 1976; Seite 756-767
- /26/ Zäpfel, G.:
Produktionswirtschaft
In: Zäpfel, G. (Hrsg.): Produktionswirtschaft: operatives Produktions-Management; Aufl. 1; Berlin; De Gruyter; 1989
- /28/ Schürbüscher, D.; Metzner, W.; Lempp, P.:
Besondere Anforderungen an die Produktionsplanung und -steuerung in der chemischen und pharmazeutischen Industrie
In: Chem.-Ing.-Technik; Ausgabe: 64/4; 1992; Seite 334-341
- /29/ Hofmann, M.:
PPS - nichts für die chemische Industrie?
In: io Management; Ausgabe: 61/1; 1992; Seite 30-33

- /30/ Luber, A.:
How to Identify a True Process Industry Solution
In: Production and Inventory Management 12/2; 1992; Page 16-17
- /31/ Eigner, M. et al.:
Engineering Database: Strategische Komponente in CIM-Konzepten;
Aufl. 1; München; Hanser; 1991
- /32/ Eversheim, W.; Krumm, S.; Schneewind, J.:
Datenbank der Fertigungstechnologie
In: Technische Rundschau Transfer; Ausgabe: 49; 1994; Seite 14-19
- /33/ Spur, G.; Mertins, K.; Jochem, R.:
Integrierte Unternehmensmodellierung;
Aufl. 1; Berlin; Beuth; 1993
- /34/ N.N.:
Band 2: Produktdatenverarbeitung
In: VDI-CIM/VDI-EKV (Hrsg.): Rechnerintegrierte Konstruktion und Produktion; Aufl. 1; Düsseldorf; VDI-Verlag; 1990
- /35/ Subram, S.; Stephen, C.Y.:
The impact of an AI-based environment for simultaneous engineering on process planning
In: International Journal of Computer Integrated Manufacturing; Ausgabe: 4/2; 1991; Page 71-82
- /36/ Zelewski, S.:
Expertensysteme in CAP
In: Geitner, U.W. (Hrsg.): CIM-Handbuch; Aufl. 1; Braunschweig; Vieweg; 1991; Seite 264-293
- /37/ Malsch, T.; et al.:
Expertensysteme in der Abseitsfalle?
In: Malsch, T. (Hrsg.): Expertensysteme in der Abseitsfalle? Fallstudien aus der industriellen Praxis;
Aufl. 1; Berlin; Ed. Sigma; 1993
- /38/ Steven, M.:
Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme aus Sicht der Produktionswirtschaft
In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium; Ausgabe: 24; 1995
- /39/ Fellersmann, M.:
Kosten- und Leistungsrechnung im Rahmen eines effektiven Informationsmanagement
In: Krp-Kostenrechnungspraxis; Ausgabe: 40/3; 1996; Seite 174-176
- /40/ Meinikat, L.:
Prozeßkonforme Kostenrechnung in der Papierindustrie
In: Krp-Kostenrechnungspraxis; Ausgabe: 40/3; 1996; Seite 162-165
- Drucker, P.:
Postmodern Society;
Aufl. 1; New York; Harper & Row; 1993
- /42/ Bohn, R.:
Measuring and Managing Technological Knowledge
In: Sloan Management Review; 1994; Page 61-73
- /43/ Holland, M.; Trippner, D.:
Produktdatentechnologie - Umfassende Normen sind die Voraussetzung für eine effiziente Produkt- und Prozeßentwicklung
In: ProSTEP Produktdatentechnologie GmbH, (Hrsg.): Tagungsband Informationsveranstaltung ISO 10303 (STEP); Aufl. 1; Darmstadt; ProSTEP Produktdatentechnologie GmbH; 1994
- /44/ Warnecke, H.-J.:
Revolution der Unternehmenskultur - Das Fraktale Unternehmen;
Aufl. 2; Berlin; Springer-Verlag; 1993
- /45/ Klein, K.J. Hall, R.J.:
Innovations in Human Resource Management: Strategie for the Future,
In: Hage, J. (ed.); Futures of Organizations. Innovation to Adapt Strategy and Human Resources to Rapid Technology Change; Lexington (Mass.); Heath; 1988; Page 147-162

- /46/ Drucker, P.:
The Coming of the New Organization
In: Harvard Business Review; Ausgabe: Vol.66 / 1-2; 1988; Seite 45-53
- /47/ Womack, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D.:
Die zweite Revolution in der Autoindustrie. Konsequenzen aus der weltweiten Studie des MIT;
Aufl. 7; Frankfurt; Campus; 1992
- /48/ Wildemann, H.:
Die Fabrik als Labor
In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft; Ausgabe: 60 Jg. / 7; 1990; Seite 611-630
- /49/ Argyris, C.:
On Organizational Learning;
Aufl. 1; Cambridge (Mass.); Cambridge University Press; 1993
- /50/ Peters, T.; Watermann, R.H.:
Auf der Suche nach Spitzenleistungen;
Aufl. 14; Landsberg am Lech; Verlag Moderne Industrie; 1991
- /51/ Nonaka, I.:
The Knowledge-Creating Company
In: Harvard Business Review; Vol. 69 / 11-12; 1991; Page 96-104
- /52/ Senge, P.M.:
Die Fünfte Disziplin - die lernfähige Organisation
In: Fatzer, G. (Hrsg.): Organisationsentwicklung für die Zukunft. Ein Handbuch; Aufl. 1; Köln; Dt. Inst.-Verlag; 1993; Seite 145-178
- /53/ Senge, P.M.:
The Fifth Discipline. The Art & Practice of the Learning Organization;
Aufl. 1; New York; Doubleday; 1990
- /54/ Kühnle, H.; Braun, J.; Hüser, M.:
Produzieren in turbulentem Umfeld
In: Warnecke, Hans-Jürgen (Hrsg.): Aufbruch zum Fraktalen Unternehmen - Praxisbeispiele für neues Denken und Handeln; Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1995; Seite 8-36
- /55/ Patzak, G.:
Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme: Grundlagen, Methoden, Techniken;
Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1982
- /56/ Gomez, P.:
Modelle und Methoden des systemorientierten Managements
In: Gomez, P. (Hrsg.): Modelle und Methoden des systemorientierten Managements: eine Einführung; Aufl. 1; Bern; Haupt; 1981
- /57/ Winograd, T.; Flores, F.:
Erkenntnis-Maschinen-Verstehen: zur Gestaltung von Computersystemen;
Aufl. 1; Berlin; Rotbuch-Verlag; 1989
- /58/ Warnecke, H.-J.; Kühnle, H.:
Aufbruch zum Fraktalen Unternehmen - Praxisbeispiele für neues Denken und Handeln;
Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1995
- /59/ Struger, O.:
Blick in das 21. Jahrhundert
In: Elektro Automation; Ausgabe: 4; 1995
- /60/ Struger, O.:
Der Arbeiter stirbt aus
In: Wirtschaftswoche; Ausgabe: 17; 1996; Seite 119-122
- /61/ Struger, O.:
Automatisierung im 21. Jahrhundert: Welche Aussichten?
In: Industrie-Elektrik & Elektronik; Ausgabe: 40/3; 1995; Seite 23

- /62/ Kämpfer, S.:
Holonische Fertigungssysteme arbeiten autonom
In: VDI-Nachrichten; Ausgabe: 44; 1994; Seite 25
- /63/ Heikkilä, T.; Järviluoma, M.; Hasemann, J.H.:
Holonetic Control of a manufacturing robot cell
In: Schraft, Rolf D.; et al., (Hrsg.): Flexible Automation and Intelligent Manufacturing. Proceedings of the Fifth International FAIM Conference 1995; Aufl. 1; New York; Begell House Inc.; 1995; Page 861-871
- /64/ Engel, A.:
Beyond CIM: Bionic Manufacturing Systems in Japan
In: IEEE Expert; August; 1990; Page 79-81
- /65/ Westkämper, E.:
Fabrikstrukturen im Wandel
In: wt - Produktion und Management; Ausgabe: 84; 1994; Seite 81
- /66/ Schneider, U.:
Wissensmanagement - Die Aktivierung des intellektuellen Kapitals;
Aufl. 1; Frankfurt am Main; Frankfurter Allgemeine Zeitung; 1996; Seite 7
- Maturana, H.-R.; Varela, F.-J.:
Der Baum der Erkenntnis: die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens;
Aufl. 1; München; Scherz; 1987
- /68/ Maturana, H.-R.; Varela, F.-J.:
Autopoiesis and Cognition: the realization of the living
In: Maturana, H.-R.; Varela, F.-J. (ed.): Autopoiesis and Cognition: the realization of the living; Aufl. 1; Dordrecht; Reidel; 1980
- /69/ N.N.:
European Information Technology Observatory 1995;
Aufl. 1; Frankfurt; European Economic Interest Grouping (EEIG); 1995; Page 44
- /70/ Diebold (o.V.):
IT-Ausgaben
In: Online; Ausgabe: 2; 1995; Seite 13
- /71/ Hayek, F.:
The Use of Knowledge in Society (Neudruck)
In: Kirzner, I.M. (Hrsg.): Classics in Austrian Economics, Vol. III: The Age of Mises and Hayek;
Aufl. 1; London; J.A.I. Press; 1994; Seite 259-272
- Kippels, D.:
Flexible Fertigung regiert im virtuellen Unternehmen
In: VDI-Nachrichten; Ausgabe: 38; 1996; Seite 4
- /73/ Höhler, G.:
Qualitäts- und Erfolgsfaktor Kommunikation
In: Mensch und Büro; Ausgabe: 9; 1993
- /74/ Meyer, C.:
Projektteams: Effektiv arbeiten nach eigenen Leistungskriterien
In: Harvard Business Manager; Ausgabe: 4; 1994; Seite 94-103
- /75/ Drucker, P.:
Neue Realitäten: Wertewandel in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Deutsche Übersetzung: The New Realities [U. Reineke];
Aufl. 2; Düsseldorf; Econ-Verlag; 1990; Seite 207 ff
- /76/ Drucker, P.:
Post-capitalist Society;
Aufl. 1; Oxford/Boston; 1993; Page 7 ff

- /77/ Hasenkamp, U.; Syring, M.:
Konzepte und Einsatzmöglichkeiten von Workflow-Management-Systemen
In: Kurbel, K. (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik '93 - Innovative Anwendungen, Technologien, Integration; Aufl. 1; Heidelberg; Physika-Verlag; 1993
- /78/ Maturana, H.-R.; Varela, F.-J.:
The Tree of Knowledge. The Biological Roots of Human Understanding;
Aufl. 1; London; Shambhala Pubns; 1992
- /79/ Argyris, C.:
Organizational Learning
In: Harvard Business Review; 1965
- /80/ Matsuda, T.:
Organizational Intelligence: Its Significance as a Process and as a Product
In: The Japan Society for Management Information (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Economics / Management and Information Technology 92; Aufl. 1; Tokio; 1992
- /81/ Bond, A.; Gasser, L.:
Readings in Distributed Artificial Intelligence;
Aufl. 1; San Mateo (CA); Morgan Kaufmann Publisher; 1988
- /82/ Zimbardo, P.G.:
Psychologie
In: Zimbardo, P.G. (Hrsg.): Lehrbuch der Psychologie; Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1992
- /83/ Malone, T.W.; Crowston, K.:
Toward an Interdisciplinary Theory of Coordination
In: Technical Report No. 120, MIT Center for Coordination Science; Cambridge; 1991
- /84/ Malone, T.W.; Crowston, K.:
The Interdisciplinary Study of Coordination
In: ACM Computing Surveys; Vol.26 / No.1; March 1994
- /85/ Katzenbach, J.R.; Smith, D.K.:
The Discipline of Teams
In: Harvard Business Review; No. 3; 1993; Page 111-120
- /87/ Duncan, R.B.; Weiss, A.:
Organizational Learning: Implications for Organization Design
In: Staw, B. (ed.): Research in Organizational Behavior, Vol. 1; Aufl. 1; Greenwich (Conn.); 1979; Page 75-123
- /88/ Rüdebusch, Tom:
CSCW Generische Unterstützung von Teamarbeit in verteilten DV-Systemen;
Aufl. 1; Wiesbaden; Deutscher Universitäts Verlag; 1993
- /89/ Kim, S.; Unland, R.:
Zur Verbundintelligenz integrierter Mensch-Computer-Teams: Ein organisatorischer Ansatz
In: Becker, ; et al. (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 28; Aufl. 1; Münster; Westfälische Wilhelms-Universität Münster; 1994
- /90/ Weule, H.; Spath, Dieter; Schmidt, J.; Zimek, S.:
Computergestützte kooperative Arbeit in der Produktionstechnik
In: wt - Produktion und Management; Ausgabe: 11/12; 1993
- /91/ Hasenkamp, U.; Kim, S.; Syring, M.:
CSCW (Computer Supported Cooperative Work) in Organisationen - Grundlagen und Probleme
In: Hasenkamp, U.; et al. (Hrsg.): Computer Supported Cooperative Work; Aufl. 1; Bonn; Addison Wesley; 1994
- /92/ Dangelmaier, W.:
Distributed production planning and control
In: Schraft, Rolf D.; et al.(ed.): Flexible Automation and Intelligent Manufacturing. Proceedings of the Fifth International FAIM Conference 1995; Aufl. 1; New York; Begell House Inc.; 1995; Page 166-177

- /93/ Kirn, S.:
Kooperativ-Intelligente Softwareagenten
In: io Information Management; Ausgabe: 1; 1996; Seite 18-28
- /94/ Kassel, S.:
Multiagentensysteme als Ansatz zur Produktionsplanung und -steuerung
In: io Information Management; Ausgabe: 1; 1996; Seite 46-50
- /95/ Fischer, K.; Heimig, I.; Kocian, C.; Müller, J.P.:
Intelligente Agenten für das Management Virtueller Unternehmen
In: io Information Management; Ausgabe: 1; 1996; Seite 38-45
- /96/ Weinhardt, C.; Gomber, P.:
Domänenunabhängige Koordinationsmechanismen für die dezentrale betriebliche Planung
In: io Information Management; Ausgabe: 1; 1996; Seite 6-16
- /97/ Smith, R.; Davis, R.:
Frameworks for cooperation in distributed problem solving
In: IEEE transactions on system, man and cybernetics (smc); Ausgabe: 11/1; 1981; Seite 61
- /98/ Martial, F.:
Planen in Multi-Agenten Systemen
In: Müller, J.P. (Hrsg.): Verteilte Künstliche Intelligenz - Methoden und Anwendungen; Aufl. 1; 1993
- /99/ Grabowski, H.; Schreiner, P.:
Multi Agent controlled cooperativ product development as a part of total quality management
In: Schraft, Rolf D.; et al., (Hrsg.): Flexible Automation and Intelligent Manufacturing. Proceedings of the Fifth International FAIM Conference 1995; Aufl. 1; New York; Begell House Inc.; 1995; Page 754-765
- /100/ Zimmermann, H.-J.:
Datenanalyse - Anwendung von DataEngine mit Fuzzy Technologie und Neuronen Netzen;
Aufl. 1; Düsseldorf; VDI-Verlag; 1995
- /101/ Westkämper, E.:
Learning Manufacturing Systems: The second generation of CIM
In: Schraft, Rolf D.; et al. (ed.): Flexible Automation and Intelligent Manufacturing. Proceedings of the Fifth International FAIM Conference 1995; Aufl. 1; New York; Begell House Inc.; 1995; Page 80-91
- /102/ Rovithakis, G.A.; Christodoulou, M.A.:
Modelling of factory dynamics: A state space and a neuronal network approach
In: Schraft, Rolf D.; et al. (ed.): Flexible Automation and Intelligent Manufacturing. Proceedings of the Fifth International FAIM Conference 1995; Aufl. 1; New York; Begell House Inc.; 1995; Page 80-90
- /103/ Ackoff, R.:
Management-Misinformations-Systeme [aus Management Science 14/4 (1967)]
In: Grochla, E. (Hrsg.): Management; Aufl. 1; Düsseldorf; ECON; 1974; Seite 370-381
- /104/ Schüppel, J.:
Alter Wein in neuen Schläuchen
In: Süddeutsche Zeitung; Ausgabe: Nr. 179; 1995
- /105/ Neumann, John von:
Can We Survive Technology?
In: Fortune 18/6; 1955; Page 106
- /106/ Picot, A.:
Der Produktionsfaktor Information in der Unternehmensführung
In: io Information Management; Ausgabe: 1; 1990
- /107/ Schulz-Wischeler, B.:
Lean information: computergestützte Systeme in der mittelständischen Industrie;
Aufl. 1; Wiesbaden; Gabler-Verlag; 1995; Seite 9

- /108/ Berthel, J.:
Informationsbedarf [zitiert in:]
In: Schulz-Wischeler, B. (Hrsg.): Lean information: computergestützte Systeme in der mittelständischen Industrie; Aufl. 1; Wiesbaden; Gabler-Verlag; 1995; Seite 10/11
- /109/ Witte, E.:
Entscheidungsprozesse
In: Grochla, E. (Hrsg.): Handwörterbuch der Organisation; Aufl. 2; Stuttgart; Poeschel; 1980
- /110/ Mag, W.:
Informationsbeschaffung
In: Grochla, E.; Wittman, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft Band I/2; Aufl. 4; Stuttgart; Poeschel; 1975
- /111/ Kirsch, W.:
Entscheidungsprozesse
In: Kirsch, W. (Hrsg.): Verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Entscheidungstheorie Band I; Aufl. 1; 1970
- /112/ Knoblauch, T.:
Die Möglichkeit des Neuen: Innovation in einer lernenden Unternehmung;
Aufl. 1; Stuttgart; M & P Verlag für Wissenschaft und Forschung; 1995; Seite 126-127
- /113/ Lullies, V. Bollinger, H. Weltz, F.
Wissenslogistik: Über den betrieblichen Umgang mit Wissen bei Entwicklungsvorhaben
Aufl. 1; Frankfurt; Campus-Verlag; 1993
- /114/ Schäfer, M.; Schnauffer, H.-G.:
Konkurrenz behindert die Kommunikation
In: Office Management; Ausgabe: 10; 1997; Seite 17-22
- /115/ Riecken, D.:
Intelligent Agents
In: Communications of the ACM; Vol.37(7); 1994
- /116/ Ortner, E.:
Ein Referenzmodell für den Einsatz von Dictionary/Repository-Systemen in den Unternehmen
In: Wirtschaftsinformatik; Ausgabe: 4; 1991; Seite 420-448
- /117/ Hahn, D.:
Planungs- und Kontrollrechnung - PuK, Controllingkonzepte;
Aufl. 4; Wiesbaden; Gabler-Verlag; 1994; Seite 807
- /118/ Scheer, A.-W.:
Wirtschaftsinformatik;
Aufl. 2; Berlin; Springer-Verlag; 1988
- /119/ Scheer, A.-W.:
CIM - Der computergesteuerte Industriebetrieb;
Aufl. 4; Berlin; Springer-Verlag; 1990
- /120/ Scholz-Reiter, B.:
CIM-Schnittstellen, Konzepte, standards und Probleme der Verknüpfung von Systemkomponenten in der rechnerintegrierten Produktion;
Aufl. 2; München; Oldenbourg; 1991
- /121/ Treuling, W.:
Auswirkungen unterschiedlicher Integrationsgrade des EDV-Einsatzes auf die Zielerreichung von betrieblichen Nutzengrößen
In: Forschungsinstitut für Rationalisierung FIR (Hrsg.): Schlußbericht an die DFG; Aachen; FIR
- /122/ Gerard, P.:
Unternehmensdaten-Modelle haben Erwartungen nicht erfüllt
In: Computerwoche; Ausgabe: 15.10.1993; Seite 19-22

- /123/ Mucksch, H.; Behme, W.:
Das Data-Warehouse-Konzept, Architektur-Datenmodelle-Anwendungen;
Aufl. 1; 1996
- /124/ Chaudhuri, S.; Dayal, U.:
An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology
In: Chaudhuri, S.; Dayal, U. (Hrsg.): Microsoft Technical Report MSR-TR-97-14; Aufl. 1; Redmond (WA); Microsoft Research; 1997; Page 1-10
- /125/ Inmon, W.H.; Imhoff, C.; Battas, G.:
Building the Operational Data Store;
Aufl. 1; New York; John Wiley & Sons, Inc.; 1996
- /126/ Rahm, E.:
Mehrrechner-Datenbanksysteme;
Aufl. 1; Bonn; Addison-Wesley; 1994
- /127/ Maier, R.:
Qualität von Datenmodellen;
Aufl. 1; Wiesbaden; Gabler-Verlag; 1996; Seite 329
- /128/ Biskup, J.:
Grundlagen von Informationssystemen;
Aufl. 1; Braunschweig; Vieweg; 1995
- /129/ Heppner, K.:
Organisation des Wissenstransfers;
Aufl. 1; Wiesbaden; Deutscher Universitäts-Verlag; 1997
- /130/ König, H.-J.:
Ökonomische Datenhaltung in der Unternehmung;
Aufl. 1; Wiesbaden; Deutscher Universitäts-Verlag; 1994
- /131/ Herold, W.:
Kommunikation per Animation in Hypertext
In: Dangelmaier, W.; et al. (Hrsg.): Kommunikationsmanagement in verteilten Unternehmen: Fortschr.-Ber. VDI Reihe 10 Nr. 478; Aufl. 1; Düsseldorf; VDI-Verlag; 1997; Seite 147-168
- /132/ Bush, V.:
As We May Think,
In: Atlantic Monthly 176 (Juli 1945), Page 101-108, neu veröffentlicht durch Denys Duchier im Internet; url: <http://www.csi.uottawa.ca/~dduchier/misc/vbush/awmt.html> [04.94]
- /133/ Nelson, T.:
A File Structure for The Complex, The Changing and The Indeterminate
In: ACM 20th National Conference - Proceedings; 1965; Page 84-100
- /134/ Nielsen, J.:
Hypertext and Hypermedia;
Aufl. 1; New York; Academic Press; 1990
- /135/ Dam, A. van:
Hypertext '87 Keynote Address
In: Communications of the ACM; Vol.31/No.7; 1988
- /136/ Collins, A.M.; Loftus, E.F.:
A spreading-activation theory of semantic processing
In: Psychological Review; Vol.82; 1975; Page 407-428
- /137/ Conklin, J.:
Hypertext - An introduction and a survey
In: IEEE Computer 20; Vol. 9; 1987; Page 17-41
- /138/ Heinen, E.:
Führung als Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre
In: Heinen, E. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Führungslehre: Grundlagen - Strategien - Modelle;
Aufl. 2; Wiesbaden; Gabler-Verlag; 1992; Seite 21 ff

- /139/ Gutenberg, E.:
Unternehmensführung: Organisation und Entscheidung;
Aufl. 1; 1962
- /140/ Koehler, R.:
Informationssysteme für die Unternehmensführung, der allgemeine Bezugsrahmen und eine empirische Bestandsaufnahme, mit besonderer Berücksichtigung des Absatzsektors
In: ZfB Zeitschrift für Betriebswirtschaft; 1991; Seite 27-58
- /141/ Ferstl, O.K.; Sinz, E.J.:
Grundlagen der Wirtschaftsinformatik Band 1;
Aufl. 2; München; Oldenbourg; 1994
- /142/ Bullinger, H.J.:
Führungsinformationssysteme - Ergebnisse einer Anwender- und Marktstudie;
Aufl. 1; Baden-Baden; FBO-Fachverlag; 1993
- /143/ Scheer, A.-W.:
ARIS - Architektur integrierter Informationssysteme
In: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Handbuch Informationsmanagement. Aufgaben-Konzepte-Praxislösungen; Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1993; Seite 81-112
- /144/ Sempf, U.
Informationstechnologie als Voraussetzung für Enterprise Resource Planing (ERP)
Fachtagung Sun Summit ERP in der Fertigung, debis Systemhaus/Diebold; Stuttgart; 1996
- /145/ Martiny, L.; Klotz, M.:
Strategisches Informationsmanagement. Bedeutung und organisatorische Umsetzung
In: Endres, A.; Krallmann, H. (Hrsg.): Handbuch der Informatik Band 12.1; Aufl. 2; 1990
- /146/ Geike, E.; Neef, G.:
Einfach sein und alles können - Profile von Werkzeugen und Instrumenten
In: Hartmann, Matthias (Hrsg.): DYNAPRO Erfolgreich produzieren in turbulenten Märkten, Band 1: Anforderungen und industrielle Lösungsansätze; Aufl. 1; Stuttgart; Logis-Verlag; 1996; Seite 119-140
- /147/ Pulic, A.:
Der Informationskoeffizient als Wertschöpfungsmaß wissensintensiver Unternehmen
In: Schneider, U. (Hrsg.): Wissensmanagement - Die Aktivierung des intellektuellen Kapitals; Aufl. 1; Frankfurt am Main; Frankfurter Allgemeine Zeitung; 1996; Seite 174
- /148/ Audretsch, D.B.:
Überblick über stand und Entwicklung der Industrieökonomik
In: WZB Discussion Paper FSN95-15; Berlin; 1995; Seite 20 ff
- /149/ Zelm, M.; Vernadat, F.B.; Kosanke, K.:
The CIMOSA business modelling process
In: Computers in Industry; Vol. 27; 1995; Page 123-142
- /150/ Kosanke, K.:
CIMOSA Technical Baseline TBL 3.2;
Aufl. 1; Stuttgart; CIMOSA Association Private Publication; 1996
- /151/ N.N.:
CIMOSA FRB II;
Aufl. 1; Brüssel; AMICE Deliverables; 1992
- /152/ N.N.:
CIMOSA - Open System Architecture for CIM;
Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1993
- /153/ Klevers, T.
Business Reengineering - The Challenge ;
Workshop Business Reengineering CIMOSA Association ; Aachen; 1995

- /154/ Sternemann, K.-H.:
Lean CIMOSA: Shop Floor Management Example - Integration Requirements of SMEs
In: CIMOSA Foundation (ed.): Proceedings Open Workshop Business Process Management based on CIMOSA; Aufl. 1; Eschborn; CIMOSA Foundation; 1994; Page 81-97
- /155/ Steppat, F.:
Umweltschutz und Umweltrecht - Aufgaben und ökonomische Funktionen eines Umweltmanagementsystems
In: Sternemann, K.-H. (Hrsg.): Projektbericht DARIF 4/97; Offenburg; 1997
- /156/ Baude, W.:
Die Überreglementierung boomt
In: Standpunkt - Eine Zeitschrift für Energie- und Umweltfragen; Ausgabe: 4; 1996; Seite 31-33
- /157/ Aicher, O.:
Visuelle Kommunikation - Versuch einer Abgrenzung
In: Stankowski, A.; Duschek, K. (Hrsg.): Zeichensysteme der visuellen Kommunikation; Aufl. 2; Stuttgart; Koch; 1994; Seite 8 ff
- /158/ Bertin, J.:
Graphische Semiologie
In: Bertin, J. (Hrsg.): Graphische Semiologie: Diagramme, Netze, Karten; Aufl. 1; Berlin; De Gruyter; 1974; Seite 10 ff
- /159/ Streitz, N. A.:
Hypertext: Ein innovatives Medium zur Kommunikation von Wissen
In: Gloor, Peter; Streitz, Norbert A. (Hrsg.): Hypertext und Hypermedia - Von theoretischen Konzepten zur praktischen Anwendung, Informatik Fachberichte 249; Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1990; Seite 14-17
- /160/ Mc Luhan, M.:
Die magischen Kanäle - Understanding Media;
Aufl. 1; Düsseldorf; ECON; 1994
- /161/ Nonaka, I.:
Wie japanische Konzerne Wissen erzeugen
In: Harvard Manager; Ausgabe: 2; 1992; Seite 95-103
- /162/ Bernstein, M.:
The bookmark and the compass: Orientation tools for hypertext users
In: SIGOIS Bulletin 9; Vol. 4; 1988; Page 34-45
- /163/ Horn, R.E.:
Mapping-Hypertext. The analysis, organization and display of knowledge for the text generation of on-line-text and graphics.;
Aufl. 1; MA; Waltham: Information Mapping Inc.; 1989
- /164/ Croft, W.B.; Thompson, R.H.:
I²R: A new approach to the design of document retrieval systems
In: Journal of the American Society for Information Science 38; Vol. 6; 1987; Page 389-404
- /165/ Kuhlen, R.:
Hypertext Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank;
Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1991
- /166/ Stroetmann, Karl-A.:
Die vernetzte Weltgemeinschaft: Potentiale und Risiken - Entwicklungsperspektive der Informationswirtschaft und des Informationsmanagements -
In: Killenberg, H.; et al. (Hrsg.): Wissensbasierte Informationssysteme und Informationsmanagement; Proceedings des 2. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaften (ISI '91); Aufl. 1; Konstanz; Universitäts-Verlag Konstanz; 1991; Seite 477-493
- /167/ Kühnle, H.:
Das lernende Produktionsunternehmen - die Organisationsentwicklung geht weiter. Auf dem Weg zum Dienstleister.
In: VDI-Zeitung; 1997

- /168/ Werner, G.W.:
Praxishandbuch Instandhaltung;
Aufl. 1; Augsburg; WEKA Fachverlag; 1997
- /169/ Scheer, A.-W.:
Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse;
Aufl. 1; Berlin; Springer-Verlag; 1993
- /170/ Elbert, B.R.; Martyna, B.:
Client/server computing: architecture, applications and distributed systems management;
Aufl. 1; Norwood MA; Artech House; 1994; Page 13 ff.
- /171/ Aziz, A.
Writing Distributed Applications with DCOM;
Microsoft ActiveX Summit 1997, Microsoft; Frankfurt a. M.; Feb. 1997
- /172/ Keen, Peter G.W.:
Shaping the future: business design through information technology;
Aufl. 1; Boston, Massachusetts; Harvard Business School Press; 1991; Page 140 ff
- /173/ Zuboff, S.:
In the Age of the Smart Machine. The Future of Work and Power.;
Aufl. 1; 1988
- /174/ Shannon, C. E.:
Mathematische Grundlagen der Informationstheorie
In: Shannon, Claude E.; Weaver W. (Hrsg.): Mathematische Grundlagen der Informationstheorie
(orig. The mathematical theory of communication, Scientia nova); Aufl. 1; München; Oldenbourg;
1976
- /175/ Dretske, F. I.:
Knowledge and the Flow of Information;
Aufl. 1; Oxford; Basil Blackwell; 1981; Page 45
- /176/ Wiener, N.:
Kybernetik, Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine
In: Wiener, Norbert (Hrsg.): Kybernetik, Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und
in der Maschine (Originalauflage durch Massachusetts Institut of Technology, 1948); Aufl. 2; Düs-
seldorf; Econ-Verlag; 1963
- /177/ Weaver, W.:
Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication
In: Shannon, C. E.; Weaver, W.(ed.): The Mathematical Theory of Communication (Fourth Printing
of the Paperback Edition 1969, Original Edition 1948); Aufl. 4; Urbano, Chicago, London; Univer-
sity of Illionois Press; 1969; Page 1 ff.
- /178/ Nauta, D. Jr.:
The Meaning of Information;
Aufl. 1; The Hague; Mouton; 1972
- /179/ Frank, H.:
Informationspsychologie und Nachrichtentechnik;
In: Wiener, N.; Schade, J.P.: Progress in Brain Research Volume 2, Nerve, Brain and Memory Mo-
dels, Elsevier P.C., Amsterdam, 1963, Seite 79-96
- /180/ Werner, G.W.:
Aus dem Teufelskreis;
In: Produktion Nr. 28 (10.07.97), Seite 21
- /181/ Alani, A.:
The Active Server: The Foundation For The Next Generation Web;
ActiveX Summit 1997, Microsoft, Frankfurt, Feb. 1997.
- /182/ <http://www.w3.org>

- /183/ Bernstein, P.A.:
Middleware: An Architecture for Distributed System Services;
In: Technical Report CRL 93/6, Digital Equipment Co., Cambridge Research Laboratory, USA, 1993
- /184/ NN:
Preprint Nr. 12 SIGMA_{FDB} : FKZ: 1987A/0025;
Fakultät für Informatik, Universität Magdeburg, 12.95
- /185/ Gates, B.:
The Digital Nervous System ;
Executive Technical Summit 1998, 14.05.1998, Frankfurt a.M
- /186/ Houston, P.:
Integrating Applications with Message Queuing Middleware;
In: White Paper Microsoft Corporation, 1998, Redmond ; <http://www.microsoft.com/research> [04.98]
- /187/ Brackett, M.H.:
The Data Warehouse Challenge – Taming Data Chaos.
Aufl. 1; J.Wiley & Sons, Inc.; New York; 1996
- /188/ Sternemann, K.H.; Mampel, U.; Geiges, U.; Strempler, M.:
Integrierte betriebliche Informationssysteme auf der Basis von Intranettechnologien.
In: Riekert, W.-F.; Tochtermann, K. (Hrsg.): Hypermedia im Umweltschutz: 1. Workshop, Ulm 1998; Umwelt-Informatik aktuell; Bd.17; Metropolis-Verlag; Marburg; 1998, Seite 231-242
- /189/ Spath, D.; et. al.:
Qualitätsplanung vernetzen – Qualitätsziele bei der Produktentwicklung durch Integration erreichen.
In: QZ 43 (1998) 5, Seite 567572
- /190/ Sternemann, K.H.; Hofer, H.:
Simulation einer Wandlerfertigung mit zeitbewerteten Petri-Netzen unter Berücksichtigung von Qualitätsmerkmalen.
In: Mertin, K.; Rabe, M. (Hrsg.); Erfahrungen aus der Zukunft – Tagungsband 8.ASIM-Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik; 1998, Seite 421-430
- /191/ Geiges, U.:
ActiveX-Control Entwicklung unter Visual Basic 5.
Diplomarbeit SS97; FH Offenburg; 1997
- /192/ Lewin, R.:
Die Komplexitätstheorie – Wissenschaft nach der Chaosforschung.
aus dem Amerikanischen von Kober, H.; Hoffmann & Kampe, Hamburg; 1993
- /193/ Chappell, D.:
ActiveX und OLE verstehen – Ein Leitfaden für Entwickler und Manger.
Aufl.1; Microsoft Press Deutschland; Unterschleißheim, 1996
- /194/ Sonderforschungsbereich SFB-346;
<http://www-wbk.uni-karlsruhe.de/forschung/forschungsprojekte/sfb346> [05.98]
http://www.telematik.informatik.uni-karlsruhe.de/~sfb_346/ueberblick/inhalte.html [05.98]
- /195/ gk.:
Milliarden-Verluste durch unnötige Datensuche.
In: Markt&Technik Nr. 35, 28.08.98, Seite 76

Alphabetische Autorenliste

Ackoff, R.:	/103/
Aicher, O.:	/157/
Alani, A.:	/181/
Argyris, C.:	/49/
Argyris, C.:	/79/
Audretsch, D.B.:	/148/
Aziz, A.:	/171/
Battas, G.:	/125/
Baude, W.:	/156/
Bauknecht, K.:	/2/
Behme, W.:	/123/
Bernstein, M.:	/162/
Bernstein, P.A.:	/183/
Berthel, J.:	/108/
Bertin, J.:	/158/
Biskup, J.:	/128/
Böhle, F.:	/11/
Bohn, R.:	/42/
Bollinger, H.:	/113/
Bond, A.:	/81/
Brackett, M.H.:	/187/
Braun, J.:	/54/
Brödner, P.:	/15/
Bullinger, H.J.:	/142/
Bush, V.:	/132/
Champy, J.:	/3/
Chappell, D.:	/193/
Chaudhuri, S.:	/124/
Christodoulou, M.A.:	/102/
Collins, A.M.:	/136/
Conklin, J.:	/137/
Croft, W.B.:	/164/

Crowston, K.:	/19/
Crowston, K.:	/83/
Crowston, K.:	/84/
Dam, A. van:	/135/
Dangelmaier, W.:	/92/
Davis, R.:	/97/
Dayal, U.:	/124/
Deiser, R.:	/13/
Dichtl, E.:	/14/
Diebold (o.V.):	/70/
Dretske, F. I.:	/175/
Drucker, P.:	/41/
Drucker, P.:	/46/
Drucker, P.:	/75/
Drucker, P.:	/76/
Duncan, R.B.:	/87/
Eigner, M. et al.:	/31/
Elbert, B.R.:	/170/
Engel, A.:	/64/
Eversheim, W.:	/32/
Fellersmann, M.:	/39/
Ferstl, O.K.:	/141/
Fischer, K.:	/95/
Flores, F.:	/57/
Frank, H.:	/179/
Gasser, L.:	/81/
Gates, B.:	/185/
Geiges, U.:	/188/
Geiges, U.:	/191/
Geike, E.:	/146/
Gerard, P.:	/122/
Gomber, P.:	/96/

Gomez, P.:	/56/
Grabowski, H.:	/1/
Grabowski, H.:	/99/
Gulden, G.:	/16/
Gutenberg, E.:	/139/
Hahn, D.:	/117/
Hall, R.J.:	/45/
Hammer, M.:	/3/
Hartmann, M.:	/18/
Hasemann, J.H.:	/63/
Hasenkamp, U.:	/77/
Hasenkamp, U.:	/91/
Hayek, F.:	/71/
Heikkilä, T.:	/63/
Heimig, I.:	/95/
Heinen, E.:	/138/
Heppner, K.:	/129/
Herold, W.:	/131/
Hofer, H.:	/190/
Hofmann, M.:	/29/
Höhler, G.:	/73/
Holland, M.:	/43/
Horn, R.E.:	/163/
Hörschgen, H.:	/14/
Houston, P.:	/186/
http://www.w3.org	/182/
Hüser, M.:	/54/
Imhoff, C.:	/125/
Inmon, W.H.:	/125/
Jarvituoma, M.:	/63/
Jochem, R.:	/33/
Jones, D.T.:	/47/

Kämpfer, S.:	/62/
Karner, F.H.:	/8/
Kassel, S.:	/94/
Katzenbach, J.R.:	/85/
Keen, Peter G.W.:	/172/
Kern, W.:	/25/
Kippels, D.:	/72/
Kirn, S.:	/89/
Kirn, S.:	/91/
Kirn, S.:	/93/
Kirsch, W.:	/111/
K.-P.:	/23/
K.J.:	/45/
Klevers, T.:	/153/
Klotz, M.:	/145/
Knoblauch, T.:	/112/
Kocian, C.:	/95/
Koehler, R.:	/140/
König, H.-J.:	/130/
Kosanke, K.:	/149/
Kosanke, K.:	/150/
Krumm, S.:	/32/
Kühlen, R.:	/165/
K. H.:	/167/
Kühnle, H.:	/24/
Kühnle, H.:	/4/
Kühnle, H.:	/54/
Kühnle, H.:	/58/
Lempp, P.:	/28/
Lewin, R.:	/192/
Loftus, E.F.:	/136/
Luber, A.:	/30/
Lullies, V.:	/113/
Mag, W.:	/110/
Maier, R.:	/127/

Malone, T.W.:	/19/
Malone, T.W.:	/83/
Malone, T.W.:	/84/
Malsch, T.; et al.:	/37/
Mampel, U.:	/188/
Martial, F.:	/98/
Martiny, L.:	/145/
Martyna, B.:	/170/
Matsuda, T.:	/80/
Maturana, H.-R.:	/67/
Maturana, H.-R.:	/68/
Maturana, H.-R.:	/78/
Mc Luhan, M.:	/160/
McNurlin, B.:	/17/
Meinikat, L.:	/40/
Mertins, K.:	/33/
Metzner, W.:	/28/
Meyer, C.:	/74/
Mucksch, H.:	/123/
Mühlherr, T.:	/2/
Müller, H.:	/10/
Müller, J.P.:	/95/
N.N.:	/151/
N.N.:	/152/
N.N.:	/184/
N.N.:	/34/
N.N.:	/5/
N.N.:	/69/
Nauta, D. Jr.:	/178/
Neef, G.:	/146/
Nelson, T.:	/133/
Neumann, John von:	/105/
Nielsen, J.:	/134/
Nieschlag, R.:	/14/
Nonaka, I.:	/161/

Nonaka, I.:	/51/
Ortner, E.:	/116/
Patzak, G.:	/55/
Peters, T.:	/50/
Picot, A.:	/106/
Pulic, A.:	/147/
Pulic, A.:	/9/
Rahm, E.:	/126/
Reck, R.:	/16/
Rembold, U.:	/1/
Riecken, D.:	/115/
Roller, D.:	/21/
Roos, D.:	/47/
Rose, H.:	/11/
Rovithakis, G.A.:	/102/
Rüdebusch, T.:	/88/
Sauter, C.:	/2/
Schäfer, M.:	/114/
Scheer, A.-W.:	/118/
Scheer, A.-W.:	/119/
Scheer, A.-W.:	/143/
Scheer, A.-W.:	/169/
Schmidt, G.:	/6/
Schmidt, J.:	/90/
Schnauffer, H.-G.:	/114/
Schneewind, J.:	/32/
Schneider, H.-J.:	/12/
Schneider, U.:	/66/
Schneider, U.:	/7/
Scholz-Reiter, B.:	/120/
Schomburg, E.:	/22/
Schreiner, P.:	/99/
Schulz-Wischeler, B.:	/107/
Schüppel, J.:	/104/
Schürbüscher, D.:	/28/

Schweizer, G.:	/11/
Sempf, U.	/144/
Senge, P.M.:	/52/
Senge, P.M.:	/53/
SFB-346:	/194/
Shannon, C. E.:	/174/
Sinz, E.J.:	/141/
Smith, D.K.:	/85/
Smith, R.:	/97/
Spath, D.:	/1/
Spath, D.:	/189/
Spath, D.:	/90/
Spur, G.:	/33/
Stephen, C.Y.:	/35/
Steppat, F.:	/155/
Sternemann, K.H.:	/154/
Sternemann, K.H.:	/188/
Sternemann, K.H.:	/190/
Steven, M.:	/23/
Steven, M.:	/38/
Streitz, N. A.:	/159/
Stremper, M.:	/188/

Stroetmann, Karl-A.:	/166/
Struger, O.:	/59/
Struger, O.:	/60/
Struger, O.:	/61/
Subram, S.:	/35/
Syring, M.:	/77/
Syring, M.:	/91/
Teufel, S.:	/2/
Teufel, S.:	/20/
Thompson, R.H.:	/164/
Treuling, W.:	/121/
Trippner, D.:	/43/
Unland, R.:	/89/
Varela, F.-J.:	/67/
Varela, F.-J.:	/68/
Varela, F.-J.:	/78/
Vernadat, F.B.:	/149/
Warnecke, H.-J.:	/44/
Warnecke, H.-J.:	/58/
Watermann, R.H.:	/50/
Weaver, W.:	/177/
Weinhardt, C.:	/96/

Weiss, A.:	/87/
Weltz, F.:	/113/
Werner, G.W.:	/168/
Werner, G.W.:	/180/
Westkämper, E.:	/101/
Westkämper, E.:	/65/
Weule, H.:	/90/
Wiener, N.:	/176/
Wildemann, H.:	/48/
Winograd, T.:	/57/
Witte, E.:	/109/
Womack, J.P.:	/47/
Zäpfel, G.:	/26/
Zelewski, S.:	/36/
Zelm, M.:	/149/
Zimbardo, P.G.:	/82/
Zimek, S.:	/90/
Zimmermann, H.-J.:	/100/
Zuboff, S.:	/173/

9.2 Figuren

Abbildung 1: Darstellung der Zielsetzungen und Beziehungen von Informationen unterschiedlicher Informationstypen.....	19
Abbildung 2: Mehrdimensionale Kommunikationsbeziehungen aufgrund räumlicher, zeitlicher und prozeßbedingter Interdependenzen.	23
Abbildung 3: Visualisierung des „Kybernetisches Modell der Semiose“ nach Nauta.	25
Abbildung 4: Zuordnung der 6-Ebenen des Denkmodells nach KÜHNLE zu den CIMOSA Sichten.	29
Abbildung 5: Empfundene Informationsarmut aufgrund reduzierter Informationsweitergabe in synchronen Funktionsketten.	56
Abbildung 6: Informationsüberlastung aufgrund gepufferter Informationsmengen in asynchronen Informationsketten.	57
Abbildung 7: Transformation einer mehrdimensionalen mentalen Struktur eines Senders über einen linearen Informationsträger in eine mehrdimensionale Struktur eines Informationsempfängers.....	61
Abbildung 8: Abhängigkeit der Kommunikation von der Modellierung von „Gemeinsamkeiten“.....	62
Abbildung 9: Transformation individuelles Wissen in eine materielle Ebene und daraus resultierende kollektive Interpretation von Informationen.....	64
Abbildung 10: Prinzipielle Struktur und Basiselemente des kollektiven Informationsraumes.....	65
Abbildung 11: Darstellung der komplizierten Mensch-Maschine-Interaktionen in diversen Interaktionsebenen.	66
Abbildung 12: Darstellung der Struktur des kollektiven Informationsraumes und zugehöriger Transferfunktion.....	69
Abbildung 13: Aufbau des kollektiven Informationsraumes aus Informationsobjekten mit Strukturinformationen und Informationsbeziehungen.....	70
Abbildung 14: Screenshot des prototypischen Struktur-Managers mit beispielhaften Informationen.....	72
Abbildung 15: Darstellung des Zusammenwirkens von Informationsobjekten, Beziehungen, Strukturinformationen und virtuellen Informationsräumen.	74
Abbildung 16: Darstellung des kollektiven Informationsraumes und den Informationsstrukturen der obersten Aggregationsstufe.....	77
Abbildung 17: Strukturierung der Instandhaltungsinformationen mit einem Schema nach Werner /168/.	82
Abbildung 18: Strukturierung von Anlagen in Anlehnung an das STEP-Protocol 10303-AP212.....	83
Abbildung 19: Anlagenstrukturierung mit Blockschalbildern des Produktionsbereiches „Naturpapier“.	84
Abbildung 20: Aufbau und Struktur von Informationsobjekten am Beispiel einer Verfahrensanweisung.....	90
Abbildung 21: Sichten unterschiedlicher Ausprägung mit divergierenden Informationsbedürfnissen auf eine gemeinsame Prozeßkette.	95
Abbildung 22: Entwicklung dynamischer Kohärenzfelder in Form aggregierter Informationsobjekte aus bestehenden Informationsobjekten des kollektiven Informationsraumes.....	95
Abbildung 23: Beispielhafte Darstellung von Metainformationen einer Information-Beziehung in Form eines Abstract vom Typ „Post-It“.....	99
Abbildung 24: Darstellung der Systemelemente eines betrieblichen Informationssystems	102
Abbildung 25: Darstellung von 4 Informationsobjekten mit den zugehörigen Informationsbeziehungen in Form gerichteter Graphen.	103
Abbildung 26: Darstellung eines einfachen semantischen Netzwerkes mit der zugehörigen Beziehungs-Matrix	105
Abbildung 27: Darstellung des logischen Ablaufschemas der Methode Data.asp	110
Abbildung 28: Darstellung des logischen Ablaufschemas der Methode Info.asp	111

Abbildung 29: Screenshot der prototypischen Strukturbrowser für die Primärdimensionen Prozesse, Wirkungsbereiche und Informationsaspekte, sowie des Objekt-Typen und notwendiger Schaltflächen.	116
Abbildung 30: Eingeschränkte Selektion von Informationsobjekten nach Auswahl eines spezifischen Objekt-Typen wie z.B. Blockschaltbild.	117
Abbildung 31: Beispielhaftes Ergebnis einer Suche nach Informationsobjekten im kollektiven Informationsraum mit dem spezifischen Objekt-Typ „Blockschaltbild“.	118
Abbildung 32: Bereitstellung und Visualisierung eines komplexen Informationsobjektes am Beispiel eines Werkplanes auf der Basis des Grafikformates cgm.	119
Abbildung 33: Exemplarisches Beispiel der Integrationsmöglichkeiten vielfältiger Daten und Methoden in einem Informationsobjekt „Energiekosten“ zur dynamischen Bereitstellung der Energie- und Entsorgungskosten.	120
Abbildung 34: Integration der Tabellenkalkulation Excel in das Informationsobjekt Energiekosten.	121
Abbildung 35: Integration von Business-Objekten, z.B. SAP-Bericht, eines SAP/R3-Systems in das Informationsobjekt Energiekosten.	122
Abbildung 36: Darstellung des Blockschaltbildes Systembereich Naturpapier zur Navigation innerhalb der Strukturdimension „Wirkungsbereich“ des kollektiven Informationsraumes.	123
Abbildung 37: Darstellung der zusätzlichen Navigationsmöglichkeit und Visualisierung von Kohärenzfelder durch Information-Beziehungen und Adjazenz-Matrizen.	125
Abbildung 38: Integration und bessere Nutzung bestehender Anwendungslösungen auf der Basis von Internet-Technologien.	126
Abbildung 39: Verdeutlichung des Integrationscharakters und Positionierung eines kollektiven Informationsraumes im Spannungsfeld von ad hoc Entscheidungen und strukturiert ablaufenden Geschäftsprozessen.	127
Abbildung 40: Visualisierung eines möglichen Weges den ein Anwender während einer Selektion von Informationsobjekten im kollektiven Informationsraum zurücklegt.	128
Abbildung 41: Darstellung der Integrationsmöglichkeiten multipler Datenquellen und Methoden in einem Informationsobjekt.	129
Abbildung 42: Zugriffsmöglichkeiten auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes über einen Web-Server und integriertem ActiveServer als Middleware-Komponente.	130
Abbildung 43: Prinzipdarstellung der „Konzeption der flexiblen Kopplung“ auf der Basis von Internet-Technologien.	131
Abbildung 44: Föderierte Integration verschiedenster Datenhaltungssysteme, Anwendungen und Darstellungsformate auf der Basis spezifizierter Systemschnittstellen eines Providers.	132
Abbildung 45: Darstellung diverser Client/Server Prinzipien im kombinierten Ansatz verteilter Systeme.	132
Abbildung 46: Veränderung der Entscheidungsqualität aufgrund des Einsatzes von Informationsobjekten und ihrer strukturierten Bereitstellung in einem kollektiven Informationsraum.	138
Abbildung 47: Aggregation mehrerer Informationsobjekte in einem Informationsobjekt Maschinenbelegung PM4.	140
Abbildung 48: Vergleich der direkten Kostenbeeinflussung durch den Einsatz von Informationsobjekten.	141
Abbildung 49: Darstellung der Entwicklungsstufen des Client/Server Computing.	172
Abbildung 50: Integration von Objekten versus monolithischer Applikationen.	173
Abbildung 51: Darstellung des ISO/OSI Schichtenmodells und notwendiger Erweiterungen für ein Integrated Framework.	175
Abbildung 52: Methodenaufruf einzelner Objekte über Interfaces gemäß der COM Spezifikationen der Fa. Microsoft.	178

<i>Abbildung 53: Zugriff auf Informationsobjekte eines kollektiven Informationsraumes mit verteilten Datenbeständen.</i>	181
<i>Abbildung 54: Darstellung der Konzeption des Forschungsprojektes „FDBMS Projekt SIGMA“ der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.</i>	182
<i>Abbildung 55: Integration unterschiedlicher Systeme, Methoden und Datenformate mit der Active Server-Konzeption der Fa. Microsoft Corp. als Providersystem.</i>	183
<i>Abbildung 56: Objektaufrufe einzelner Objekte mit Hilfe eines Object Broker in der ORB Konzeption.</i>	184
<i>Abbildung 57: Weiterentwicklung des Object Broker Prinzips zur Hyper-Applikation.</i>	184
<i>Abbildung 58: Prinzipieller Ablauf des Zugriffes auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes.</i>	185
<i>Abbildung 59: Aufgabenteilung zwischen Client und ActiveServer gemäß den Spezifikationen der DCOM Konzeption der Fa. Microsoft Corp.</i>	187
<i>Abbildung 60: Direkter Datenbankzugriff mit ActiveDataObject und Datenbankkonnektoren auf unterschiedliche Datenhaltungssysteme.</i>	188

Tabellen

<i>Tabelle 1: Einordnung der papiererzeugenden Industrie in das Ordnungsschema „Produktionstypen“.</i>	13
<i>Tabelle 2: Eine Zusammenfassung von Kriterien die Informationssysteme erfüllen sollten.</i>	20
<i>Tabelle 3: Auszugsweise Gegenüberstellung der Eigenschaften des „Lernendes Unternehmens“ und des „Traditionellen Unternehmens“ /167/ für die informationelle Ebene des Denkmodells.</i>	30
<i>Tabelle 4: Definition der Begriffe Daten, Information und Wissen [Auszug aus /127, S. 11].</i>	32
<i>Tabelle 5: Erfüllte Kriterien der vorliegenden Konzeption „kollektiver Informationsraum“</i>	145

9.4 Abkürzungsverzeichnis

ABC	Activity Based Costing
ACCESS	RDBMS der Fa. Microsoft Corp.
ADO	Active Data Objects (Technologie der Fa. Microsoft Corp.)
AK	Arbeitskreis
AMICE	ESPRIT Consortium „European CIM Architecture“
AP212	STEP-Applicationsprotocol Electrotechnical Plants
API	Application Programming Interface
Asp; asp	Active Server Page (Technologie der Fa. Microsoft Corp.)
Aufl.	Auflage
<i>bkl</i>	Kantenbezeichner
BM	Beziehungs-Matrizen
BMFT	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
bzw.	beziehungsweise
C_{kl}^v	Informationskosten vor der Einführung von Informationsobjekten entlang einer Kante
C_{kl}^n	Informationskosten nach der Einführung von Informationsobjekten entlang einer Kante
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIMOSA	Computer Integrated Manufacturing Open Systems Architecture
COM	Component Object Model (Technologie der Fa. Microsoft Corp.)
CORBA	Common Object Request Broker
Corp.	Corporation
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
d.h.	das heißt
DARIF	Akronym für „Methoden und Werkzeuge für dezentrale Arbeits- und Informationsstrukturen auf der Basis von Geschäftsprozessen“
DB2	RDBMS der Fa. IBM
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DCE	Distributed Computing Software Environment
<i>dckl</i>	Differenz der Informationskosten
DCOM	Distributed Component Object Model ((Technologie der Fa. Microsoft Corp.)
.de	Top-Level Domain Name; Länderkennung Deutschland
DHTML	Dynamic Hypertext Markup Language
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DM	Deutsche Mark
DNS	Domain Name System
doc	Dateiendung eines Microsoft Word-Dokumentes
DSS	Decision Support System
<i>dwkl</i>	Differenz der Informationswertigkeit
DYNAPRO	BMBF Leitprojekt innerhalb des Rahmenkonzeptes Produktion 2000
\mathcal{E}_{kl}	Kantenbezogene Kosten
\mathcal{E}_{kl}	Knotenbezogene Kosten
€	Element
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EIS	Executive Information System
etc.	et cetera (und so weiter)
Fa.	Firma
FDB	Föderierter Datenbank-Server

ff.	Seitenangabe und folgende
FH	Fachhochschule
ftp	File Transfer Protocol
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe
GMD	GMD-Forschungszentrum Informationstechnik GmbH
GOPHER	Verzeichnisorientierter Katalog. Gopher war der erste Versuch, eine Fülle von Daten optisch aufzubereiten und die Suche zu erleichtern. Mit Einführung des WWW hat die Bedeutung stark abgenommen.
GUI	Graphical User Interface
HMS	Holonic Manufacturing Systems
Hrsg.	Herausgeber
HTML	Hypertext Markup Language
http	Hypertext Transfer Protocol
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IB	Information-Beziehung
id	Identifizier
IDL	Interface Definition Language
IEC	International Electronic Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS	Intelligent Manufacturing Systems
Info	Informationsobjekt
Info	Information Resources Dictionary System
ISO	International Standards Organization
ISO/OSI	ISO / Open System Interconnection reference model
IT	Informationstechnik
k, l, m, n	Laufvariable
Mgmt.	Management
N	Menge der natürlichen Zahlen
No.	amerikanische Bezeichnung für die Ausgabennummer einer Zeitschrift
Nov.	Monatsbezeichnung November
OAG	Open Applications Group
OAGIS	OAG Integration Specification
ODBC	Open Database Connectivity (Technologie der Fa. Microsoft Corp.)
OLAP	Online Analytical Processing
OLE	Online Linking and Embedding (Technologie der Fa. Microsoft Corp.)
OLE DB	OLE Data Binding
OMG	Open Management Group
OPC	OLE for Process Control
Oracle	RDBMS der Fa. Oracle
OSF	Open Software Foundation
PDM	Product Data Management System
pp.	amerikanische Bezeichnung für Seitenangaben
QCIM	Qualität durch Computer Integrated Manufacturing
RDBMS	Relationales Datenbank Management System
RDS	Remote Data Services (Technologie der Fa. Microsoft Corp.)
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SAP-R/3	Betriebswirtschaftliche Software der Fa. SAP AG
SFB 346	Sonderforschungsbereich 346
SIGMA	Akronym des Forschungsprojektes SIGMAFDB. SIGMAFDB ist Bestandteil des Forschungsschwerpunktes <i>Neue Produktionssysteme-Experimentelle Fabrik</i> des Landes Sachsen-Anhalt.
sog.	sogenannte
spez.	spezifische
SPS	Speicher-Programmierbare Steuerung
SQL	Structured Query Language
SQL-Server	RDBMS der Fa. Microsoft Corp.
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data
t	Tonne
u.a.	unter anderem

u.U.	unter Umständen
URL	Uniform Resource Locator
URN	Uniform Resource Name
usw.	und so weiter
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Vgl.	vergleiche
VKI	verteilte künstliche Intelligenz
Vol.	amerikanische Bezeichnung für die Ausgabe einer Zeitschrift
W_{kl}^v	Informationswertigkeit vor der Einführung von Informationsobjekten
W_{kl}''	Informationswertigkeit nach der Einführung von Informationsobjekten
WAIS	Wide Area Information Service
Web	Kurzform für das Internet, Extranet oder Intranet
WinCC	Prozeßvisualisierungs-Software der Fa. Siemens AG
WWW	World Wide Web
xls	Dateiendung eines Microsoft Excel-Dokumentes
z.B.	zum Beispiel

Anhang: Architektur der flexiblen Kopplung

Infrastruktur

Bis heute erfolgt der Entwurf von Informationssystemen üblicherweise ausgehend von einer gegebenen Aufgabe, die „top down“ in Teilaufgaben zerlegt wird. Für diese überschaubaren (Teil-) Prozesse sollen geeignete Softwaremodule entwickelt werden, um diese unter Rückgriff auf die bei der Zerlegung gewonnenen Informationen in ein geschlossenes, in sich konsistentes Gesamtsystem zu integrieren /169/. Daraus ergibt sich, daß bisherige Informationssysteme entweder monolithische Applikationen sind oder aus vielen Einzelapplikationen bestehen, die nur sehr schwer eine Informationsintegration erlauben.

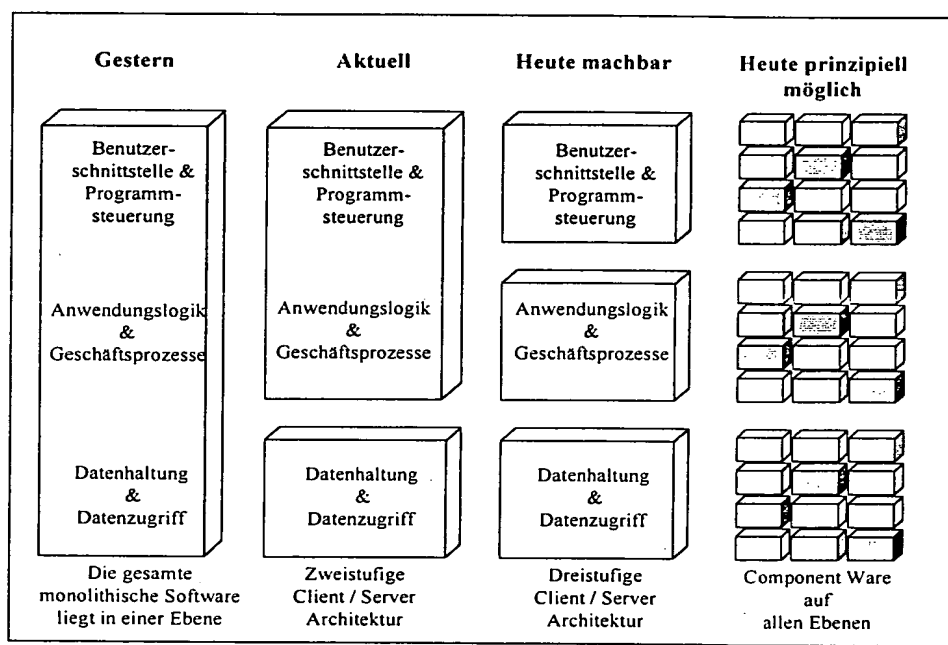


Abbildung 49: Darstellung der Entwicklungsstufen des Client/Server Computing¹⁴³

Abbildung 49 zeigt die Entwicklung von monolithischen Systemen zu verteilten Systemen. Historische Systeme waren Monolithe, welche die gesamte Software in einer einzigen Ebene zusammenfaßten. Die Evolution der Systeme erfolgte über zweistufige Client-Server-Architekturen zu den heute üblichen Architekturen mit den drei Ebenen, Userinterface, Businessregeln und Datenhaltung. Zukünftige Informationssysteme werden auf der Basis von kleinen ausführbaren Softwarebausteinen, sogenannten Components, realisiert werden. Die

¹⁴³ in Anlehnung an: Datenbank Fokus 2/96 S.57

Aufteilung in Userinterface, Businessregeln und Datenhaltungsebene werden implizit weiter existieren, die bedarfsgerechte Kombination von Components wird jedoch eine wesentliche Verbesserung der Flexibilität ermöglichen.

Die Modularisierung von Software wird heute mit den Begriffen Component Ware und Middleware verknüpft. Die Basisarbeiten von DEC und Microsoft wurden beispielsweise in einem Whitepaper zum *Component Object Model*¹⁴⁴ zusammengefaßt. Die Aufteilung in selbständige, relativ kleine aber hochintegrative Komponenten bietet viele Vorteile:

- keine monolithische Anwendung, in die nicht immer wieder neue Funktionalität implementiert werden muß,
- keine Vielzahl von Einzelkomponenten, die unabhängig und ohne standardisierte Integrationsmöglichkeiten nebeneinander benutzt werden.

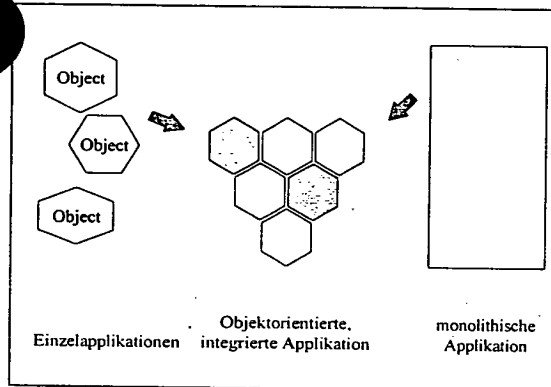


Abbildung 50: Integration von Objekten versus monolithischer Applikationen.

Die Integration von kleinen Einzelapplikationen zu einer objektorientierten Applikation verdeutlicht Abbildung 50. Bisher standen entweder große, monolithische Systeme zur Verfügung, die in den meisten Anwendungsfällen lediglich zu einem geringen Prozentsatz genutzt wurden. Die Alternative für die Anwender war ebenfalls unbefriedigend, da er je nach Anwendungsfall viele kleine Applikationen mit unterschiedlichen Benutzerinterfaces benötigte.

Der zweite Begriff *Middleware* ist mit zunehmender Bedeutung von Client/Server-Applikationen zu einem Schlagwort geworden. Middleware dient dazu, verteilte Komponenten einer Client/Server-Applikation zu verbinden und die Mechanismen für eine strategische Infrastruktur zur Integration unterschiedlicher Applikationen bereitzustellen. Middleware soll dem Anwender den transparenten Zugriff auf verteilte Ressourcen in einem Netzwerk ermöglichen, wobei die vorhandene Systemkomplexität für den Anwender nicht sichtbar wird /170, 171/. In der vorliegenden Arbeit wird deshalb ein Konzept der objektorientierten Integration von Applikationen, Standardsoftware und Eigenentwicklungen zu einer Hyperapplikation verfolgt. Das „Frontend“ soll den Teammitgliedern die geforderten Funktionalitäten, Daten und Informationen zur Verfügung stellen. Das „Backend“ ermöglicht, daß das Informations-

¹⁴⁴ Vgl. Microsoft Whitepaper URL <http://www.microsoft.com> [Nov. 1997]

system konsistente und problem- und prozeßbezogene Informationen zur Entscheidungsunterstützung liefert. Dabei können primär zwei Gründe genannt werden, weshalb komplementäre Anwendungen integriert werden müssen:

- Bei der lokalen Bearbeitung von Aufgaben werden Daten, Informationen oder Funktionen benötigt, die lokal nicht verfügbar sind, jedoch zur Aufgabenerfüllung notwendig sind¹⁴⁵.
- Um neue oder veränderte Informationen bereitstellen zu können wird der Zugriff auf Daten, Informationen oder Funktionen verschiedener Systeme benötigt¹⁴⁶.

Middleware und Client/Server

Middleware ist eine Softwareschicht, die es ermöglicht, daß Anwendungen Dienste zur Verteilung von Funktionalität, Daten und Präsentationen zur Verfügung stehen. Innerhalb des ISO/OSI-Schichtenmodells ist Middleware den Schichten 5-7 zuzuordnen. In den klassischen Client/Server-Modellen werden dabei heute meist zwei- oder dreischichtige Architekturen bevorzugt. Durch Middleware Mechanismen können die logisch getrennten Bestandteile auf verschiedene Rechner in einem Netzwerk verteilt werden. Dabei sind prinzipiell drei Dienste zu gewährleisten:

- Präsentationsdienste,
- Datenmanagement- und Koordinationsdienste sowie
- Applikationsdienste.

Mit der zunehmenden Anwendung der Objekttechnologien werden weitere Dienste benötigt. Neben den Objektdiensten, Objektverteilung mit Application Objects, Common Facilities, Object Services und Common Object Request Broker, werden Sicherheitsdienste, Systemmanagement und Transaktionsmanagement benötigt.

¹⁴⁵ Beispiel: Die Belegung von Papiermaschinen erfordert aufgrund der Bedingungen der Kuppelproduktion Informationen über die zu planenden Kundenaufträge und des aktuellen Fertigungsbestandes. In diesem Fall ist primär eine geeignete Kommunikationsmöglichkeit notwendig. Es wird keine funktionale Erweiterung der beteiligten Systeme benötigt. Die objektorientierte Integration kann durch ein Prinzip der losen Kopplung erreicht werden.

¹⁴⁶ Beispiel: Das Controlling benötigt für eine Prozeßkostenrechnung Prozeßbeschreibungen, Kennzahlen und Leistungsziffern verschiedener Werksbereiche oder Produktgruppen. Derzeit wird für eine solche Aufgabe in der Regel ein oder mehrere Systeme spezifisch angepaßt. In die lokalen Systeme werden funktionale Erweiterungen implementiert, die für die lokalen Systeme nicht benötigt werden. Die Systeme werden aufgebläht, spezifisch erweitert und somit immer schwerer zu warten. Die objektorientierte Integration kann für diesen Fall außerhalb der lokalen Anwendungen, nur für die Laufzeit der spezifischen Anwendung des Controllers, Methodenbausteine und Objekte bereitstellen, um die geforderte Aufgabe zu erfüllen. Die lokalen Systeme bleiben Standardapplikationen und somit wesentlich leichter zu warten.

In diesen Bereichen gibt es verschiedene Standardisierungsbemühungen wie z.B. Distributed Management Environment der OSF¹⁴⁷, X/Open Common Application Environment oder die Ansammlung von Object Services um den Object Request Broker.

Proprietäre, jedoch am weitesten technisch unterstützte, Lösungen sind die Business Integration Framework Lösungen von Microsoft, Software AG und SAP die auf dem DCOM/COM Modell basieren. Die grundlegende Idee dieser Konzepte ist es, Anwendungen quasi durch einen logischen Bus miteinander interagieren zu lassen. Diese Sichtweise führt zum Konzept der Component Ware; Components sind Softwarebausteine, zu deren Verwendung nur die funktionalen Spezifikationen und die Interfaces bekannt sein müssen. Applikationsentwicklung bedeutet damit letztendlich die Zusammenstellung von Komponenten entsprechend den Anforderungen aus dem Geschäftsprozeß. Diese Vision wird dahingehend weiterentwickelt, daß Komponenten (Methodenbausteine) zukünftig gleichberechtigt interagieren und in einer verteilten Umgebung dynamisch durch den Endanwender konfiguriert werden können.

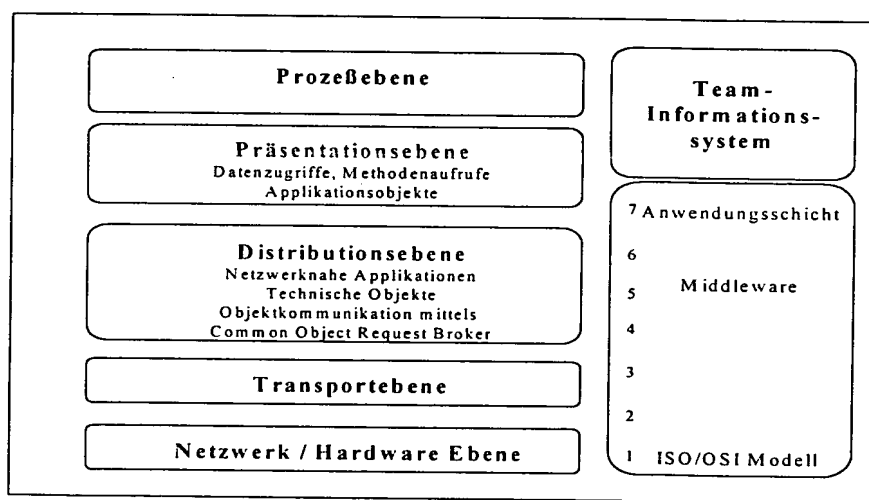


Abbildung 51: Darstellung des ISO/OSI Schichtenmodells und notwendiger Erweiterungen für ein Integrated Framework.

Dazu ist es notwendig, daß die im ISO/OSI Schichtenmodell festgelegten Mechanismen oberhalb der Anwendungsschicht (Schicht 7) mit Geschäftsprozeß- und Applikationsmechanismen erweitert werden. Derzeit stehen lediglich proprietäre Lösungsmöglichkeiten¹⁴⁸ zur Verfügung, die jedoch zumindest in einer prototypischen Implementation die Realisierungsmöglichkeiten aufzeigen. Abbildung 51 verdeutlicht die Zusammenhänge zwi-

¹⁴⁷ Vgl. <http://www.opengroup.org> [Mai 1998]

schen dem ISO/OSI Schichtenmodell, Middleware und notwendige Erweiterungen für ein standardisiertes Integrated Framework.

Für den Einsatz von Components sind geeignete Entwurfsmethoden für wiederverwendbare Bausteine die entscheidende Herausforderung. Die Komponenten müssen semantisch abgegrenzt und modelliert werden können. Ansätze bieten die Erweiterungen von CORBA¹⁴⁹ der OMG¹⁵⁰ und das Component Object Model (COM)¹⁵¹, bzw. DCOM¹⁵² Spezifikationen von Microsoft. Auf dieser Basis beruht die Konzeption, die es ermöglicht, Informationsbedürfnisse in einem Objektmodell abzubilden. Das Informationsnetz wird analog dem Internet als unternehmensinternes Intranet gestaltet.

Um in einer objektorientierten Architektur Methodenaufrufe über Prozeßgrenzen hinweg durchführen zu können, müssen Kommunikationsmechanismen bedient werden. In modernen Konzepten wird diese Aufgabe von der eigentlichen Anwendung getrennt. Ein ObjectBroker übernimmt die Aufgaben der Vermittlung (brokering), der Kommunikation und der Verwaltung des Informationssystems zur Laufzeit. Dabei soll der eigentliche Aufruf des Serverobjektes, einschließlich der Kommunikation und eventueller Konvertierungen, möglichst transparent durchgeführt werden.

Im Gegensatz zum traditionellen Client Server Ansatz sind die Rollen der Client und Server nicht fest vorgegeben, sondern ein Client kann als Server agieren und umgekehrt. In diesem Konzept repräsentiert ein Server ein Objekt, das Funktionalität über Schnittstellen und Methoden nach außen exportiert. Ausgehend vom Component Object Model lassen sich Interaktionsmechanismen zwischen Client und Server definieren. Die OMG hat eine objektorientierte Architekturspezifikation unter dem Titel „Common ObjectRequestBroker Architecture (CORBA¹⁵³)“ herausgegeben. Die Interface Definition Language (IDL) ist die bedeutendste Komponente in dieser Spezifikation. Die IDL erlaubt Interfaces zum Aufruf von

¹⁴⁸ z.B. DCOM, ADO, OLE-DB, TransactionsServer, ActiveServerPages der Fa. Microsoft

¹⁴⁹ The Common Object Request Broker, Architecture and Specification, OMG Document 91.12.1

¹⁵⁰ OMG – Object Management Group: <http://www.omg.org> [Mai 1998]

¹⁵¹ The impacting enterprise – OLE development: <http://www.microsoft.com/devonly/oledev> [Sept. 1996]

¹⁵² Technical Overview of the OLE Network Portal in Object Broker: URL <http://www.digital.com/ObjectBroker> und <ftp://digital.com/940208002.txt> [Sept. 1996]

¹⁵³ CORBA ist keine Implementierung eines ObjectRequestBroker, sondern eine Spezifikation eines ObjectRequestBroker, die relativ große Freiheiten für die Implementierung läßt. Deshalb sind die verfügbaren CORBA Implementierungen derzeit nicht interoperabel.

Methoden in neutraler Form zu spezifizieren. Die Wiederverwendung von Objekten im Sinne von Black-Box-Wiederverwendung erfolgt strukturell durch den Zugriff auf verteilte Objekte.

Für die objektorientierte Architektur in Windows Systemen hat das Component Object Model¹⁵⁴ zentrale Bedeutung. Die Wiederverwendung von Objekten erfolgt hier durch einklinken einer binären Komponente in einen Container. Die derzeitigen Entwicklungen zeigen eine eindeutige Orientierung zum DCOM Konzept von Microsoft, da nunmehr das DCOM Modell auch auf andere Betriebssysteme¹⁵⁵ übertragen wurde und somit Components auf unterschiedlichen Plattformen direkt interagieren können.

Prinzipiell ist die Basis für die Definition von Objekten und Objektinterfaces die von der OMG (Object Management Group) definierte Interfacesprache CORBA IDL. Leider sind die CORBA Festlegungen teilweise recht vage, so daß die existierenden Implementierungen nach wie vor auf den jeweiligen ObjectRequestBroker abgestimmt und nicht unabhängig verwendbar sind. Aufgrund dieser Gegebenheiten und einer derzeit wesentlich stärkeren Marktdurchdringung des Component Object Models wird innerhalb der prototypischen Beispiele des kollektiven Informationsraumes auf die proprietären Microsoft Spezifikationen und Produkte aufgebaut.

Der Einsatz von OLE-2-Automation ermöglicht völlig neue Anwendungen, indem aus Einzelbausteinen (Objekten) existierender Bausteine, neue integrierte Hyperapplikationen aufgebaut werden können. Die bedarfsgerechte Konfiguration einer Anwenderumgebung wird durch eine abgerundete Integration von Standardanwendungen erreicht. Beispielsweise können mit Hilfe von ActiveX-Controls oder Java-Applets in der Anwendungsumgebung des WWW-Browsers auf dem Client-Rechner eigenständige Applikationen aufgerufen und betrieben werden.

Innerhalb des Team-Informationssystems werden sowohl die Client- als auch die Server-Objekte der jeweiligen Anwendung erzeugt, die dann mittels des ObjectBroker integriert wer-

¹⁵⁴ Die Weiterentwicklungen in Richtung Distributed OLE werden auch auf die CORBA 2 Spezifikationen Einfluß nehmen, die vor allem das Problem der Interoperabilität lösen sollen. Die Interprozeßkommunikation und der Aufruf von Methoden über Prozeßgrenzen hinweg soll zukünftig durch eine DCE-Implementierung (Distributed Computing Software Environment der OSF) möglich werden. Damit könnte OLE zukünftig rechnerübergreifend, in heterogenen Umgebungen implementiert und eingesetzt werden können, zumindest bezogen auf die ObjectRequestBroker-Funktionalität.

¹⁵⁵ Vgl. Portierungen und Entwicklungen der Software AG auf SOLARIS Betriebssystemumgebungen. Vortrag von E. Königs: Componentware: The New Paradigm for Enterprise-wide Applications Based on DCOM/ActiveX. ActiveX Summit 1997, Frankfurt, 3./4. Feb. 1997

den. Prinzipiell ist es damit möglich, kooperierende Agentensysteme zu implementieren. Die Objekte können dabei sowohl eigenständige Methodenbausteine als auch Objekte innerhalb von Standardanwendungen sein, sofern diese über Methodenzugriffe oder Interfaces verfügen. Über diese Objektinterfaces kann ein Zugang zu den Standardanwendungen implementiert werden.

Abbildung 52 verdeutlicht die grundsätzliche Arbeitsweise der DCOM/COM Konzeption. Mit der Integration dieser „Middleware“ wird es möglich, daß die eigentliche Erfüllung von Aktivitäten gerade auch in föderierten, verteilten und heterogenen Systemwelten erstmalig in den Vordergrund tritt gegenüber der bisher vorherrschenden Zentrierung auf technische Detailprobleme der Netzwerke und Softwarelösungen. Im DCOM/COM Konzept sind die Object Daten gekapselt und stehen ausschließlich über Methoden zur Verfügung. Die Methoden

werden über Interfaces nach außen transparent. Jede von außen aufrufbare Methode hat ihr eigenes Interface mit eigenen Parametern. Der Client richtet seine Anfrage an das immer vorhandene Interface Iunknown (siehe Abbildung 52). Diese Standardmethoden aller Objekte liefern eine Liste der vorhandenen Interfaces zurück. Der Client überprüft aufgrund dieses Zeiger auf Methoden, welche Funktionalität seine Anwendung

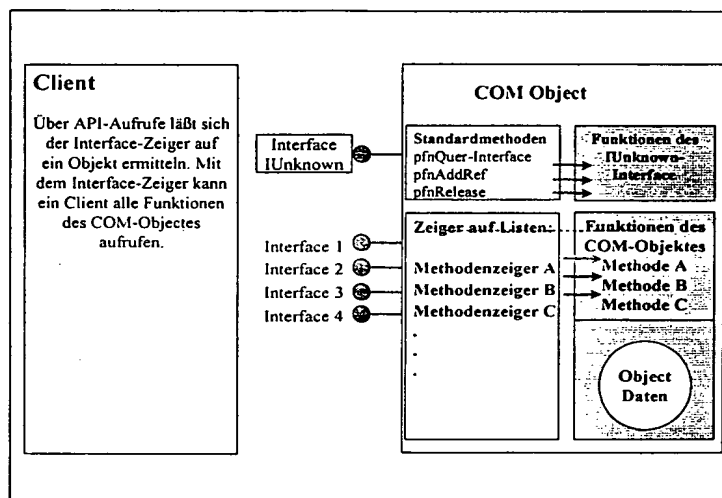


Abbildung 52: Methodenaufruf einzelner Objekte über Interfaces gemäß der COM Spezifikationen der Fa. Microsoft.

ermöglicht und stellt danach über die vorhandenen und zulässigen Interfaces die notwendigen Methodenaufrufe seiner Client-Anwendung bereit. Mit diesem Konzept des Component Object Model können vorhandenen Objekten neue Methoden hinzugefügt werden, die auch von neuen Client-Anwendungen genutzt werden können. Gleichzeitig bleiben die vorhandenen Funktionalitäten der älteren Anwendungen erhalten. Ein COM Objekt kann unterschiedliche Erscheinungsformen aufweisen. Der aufrufende Client verwendet das Object entweder direkt in seinem Adreßraum, als sogenannten „In- Process Server“ oder das Objekt befindet sich auf dem gleichen Rechner als Bestandteil eines anderen Programms als „Local Server“. Befindet sich das Objekt in verteilten Anwendungen in Netzwerken auf einem anderen Rechner, so ist das Objekt als „Remote Server“ anzusehen.

In der Softwareentwicklung findet deshalb das Konzept des kooperierenden „intelligenten“ (Software-) Agenten zunehmend Beachtung. Grundlegende Idee ist dabei, daß auf der Architektur eines Common ObjectRequestBroker (CORBA, DCOM) Softwareagenten ihre lokalen, individuellen Aktivitäten zweck- und zielgerecht aufeinander abstimmen können.

Um wiederverwendbare Komponenten (Methodenbausteine) ableiten zu können, werden in der vorgeschlagenen Konzeption, Informationsobjekte in einer Applikationsarchitektur abgebildet. Ausgehend von der Geschäftsprozeßmodellierung werden Aktivitäten identifiziert, zu deren Funktionserfüllung entsprechende Informationsobjekte gebildet werden müssen. Diese Informationsobjekte bieten den Aktivitäten ihre Dienste mittels Interfaces an, die Funktionalitäten und Daten sind dabei gekapselt und für den Anwender nicht unmittelbar sichtbar.

Die Konzeption sieht dabei folgende Mechanismen vor:

- Kapselung von Applikationen in Methodenbausteinen,
- Interaktion der Methodenbausteine über Interfaces,
- Etablierung eines Methodenbaukastens,
- Etablierung eines Interface-Dictionary,
- dynamisches Hinzufügen von Components,
- Bereitstellung einer Methode zum Nachrichtentausch von Objekten.

Die methodischen Grundlagen wurden im Kapitel *Informationsobjekte* erläutert.

Gedankenmodell Integration mit Hilfe von Objektinterfaces

Die Konzeption der objektorientierten Methodenintegration soll nachfolgend an einem kleinen Gedankenmodell erläutert werden. Vergleicht man den Informationsbedarf eines dezentral organisierten Unternehmens mit einem Gütertransport in alle Städte der Bundesrepublik, so entspricht jede Eisenbahnverbindung zwischen den Städten dem klassischen Schnittstellenansatz. Es wird deutlich, daß nur bei entsprechendem Bedarf eine Eisenbahnverbindung sinnvoll ist und daß genügend Wissen über die Streckenabschnitte, die Bahnhöfe und Anschlüsse an allen Endpunkten vorhanden sein muß. Dies entspricht dem notwendigen Wissen der strukturellen und technologischen Details beim Schnittstellenentwurf. Das Netz ist reines Transportmittel. Es liegt eine starre Kopplung vor, die bei genügend großem Bedarf auch sinnvoll erscheint.

Der Methodenintegration entspricht das Bild einiger weniger Eisenbahnverbindungen für den großen Bedarf und schnellen Verteilung über größere Entfernungen, verbunden mit einem feinen Netz kleiner und schneller Transporter mit standardisierten Containern. Hier wird die

Flexibilität deutlich. Sind die großen Eisenbahnverbindungen, die standardisierten Container und entsprechende Transporter vorhanden, sind alle Voraussetzungen für sehr effiziente und dennoch sehr flexible Kopplungen gegeben.

Die Bahnhöfe entsprechen den Objektinterfaces an den ObjectRequestBroker. Die Transporter mit den Containern entsprechen den Nachrichten die zwischen den Objekten ausgetauscht werden. Die Container selbst sind die Objekte, die mit entsprechenden Methoden den Transportinhalt *Daten* bereitstellen.

Die Objekte in den verteilten Anwendungen arbeiten nach einem Prinzip „*Markt*“ zusammen. Anbieter (*Server-Objekte*) offerieren ihre Dienste und Kunden (*Client-Objekte*) nehmen diese in Anspruch. Zusätzlich können die *Server-Objekte* auch ihrerseits Unterauftragnehmer einschalten, ohne daß der Auftraggeber, ein *Client-Objekt*, davon etwas erfährt. Damit wird das Netz zur Anwendung neuer Qualität und ist nicht mehr nur Transportmittel. Vermittler zwischen Angebot und Nachfrage sind die ObjectRequestBroker (ORB), die prinzipiell auf allen Plattformen tätig werden können, auf denen eine Common ObjectRequestBroker Architecture (CORBA) oder die vergleichbare Component Object Model (COM) Umgebung implementiert sind.

Systemarchitektur

Ein langfristiges Ziel der Unterstützung von föderierten Informationssystemen ist eine einheitliche Architektur für alle greifbaren Objekte und den zwischen ihnen ablaufenden Protokollen in einer offenen Umgebung. Konzeptionelle Grundlagen dafür bilden einerseits die definierten Objektmodelle auf der Basis des Distributed Component Object Models (DCOM) und den zugehörigen Objektvermittlern und andererseits die Zugriffsmechanismen der Internet/Intranet-Technologien auf entsprechenden Web-Servern. Der Benutzer (Client) greift über das Netzwerk (intern oder extern) mit dem Standardprotokoll *Hypertext-Transfer-Protocol (http)* auf einen Web-Server zu. Dieser Web-Server enthält zusätzlich einen Active-Server der die logische Verwaltung und die Ablaufsteuerung des *kollektiven Informationsraumes* übernimmt. Gleichzeitig werden in diesem ActiveServer alle notwendigen Regeln und Zugriffsmechanismen definiert. Dadurch können prinzipiell alle Datenbestände und Anwendungen im Netzwerk bereitgestellt werden.

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle wird mit einem Web-Browser realisiert, der über standardisierte Protokolle (HTTP) auf einen ActiveServer, die eigentliche Ablaufsteuerung, zugreifen

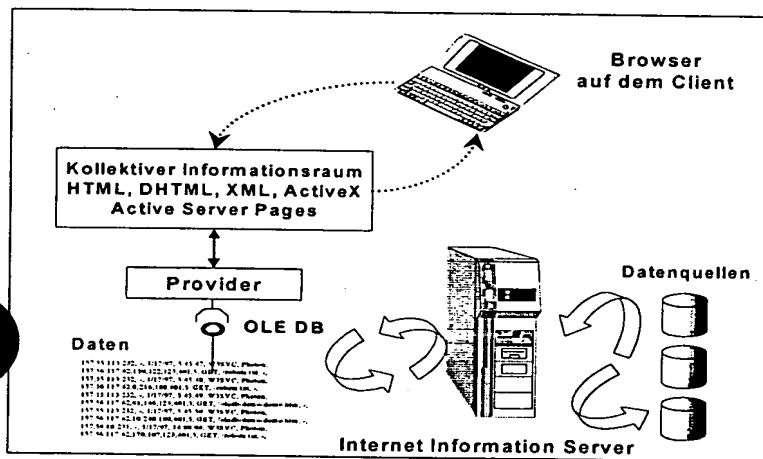


Abbildung 53: Zugriff auf Informationsobjekte eines kollektiven Informationsraumes mit verteilten Datenbeständen.

kann. Die Methoden der Entwurfsphase und der operativen Phase sind in ihrem Zugriffsverhalten getrennt. Allen Methoden wird über ein Web-Gateway, mit Hilfe eines Object-Broker, der Zugriff auf verteilte Datenbanken, Filesysteme oder Applikationen ermöglicht (Siehe Abbildung 53).

Ein Ziel des vorgeschlagenen Konzeptes der methodenbasierten, entscheidungsorientierten Informationsbereitstellung ist eine konkrete Unterstützung für Dienstkooperationen in offenen verteilten Systemen auf unterschiedlichen Hardware-Plattformen. Die Nutzung der aktuellen Internet-Technologien ermöglicht verteilte Anwendungen in offenen, heterogenen Umgebungen mit dem Ziel weitgehender Interoperabilität und einer guten Verteilungstransparenz auf einheitlicher Weise. Das

dabei angestrebte Ziel sind spezifizierte Systemschnittstellen, die verteilten Anwendungen den Zugriff auf beliebige Methoden und Dienste in föderierten Umgebungen durch dedizierte Systemintegrationsfunktionen ermöglichen. Der Anwender (WWW Client) greift über einen WWW Browser auf *den kollektiven Informationsraum* zu. Dieser hat Zugriffsmöglichkeiten auf Dokumente in multimedialer Form und kann über weitere Gateways zusätzliche Anwendungen oder Daten integrieren. Gleichzeitig stehen alle auf den jeweiligen System-Plattformen verfügbaren Netzwerk-Services zur Verfügung. Durch die Dienste des Objekt Request Brokers (CORBA, DCOM) wird eine transparente, bidirektionale Kommunikation von COM Objekten auf lokalen Systemen als auch über Netzwerke ermöglicht. Durch die zunehmende Unterstützung von Java-Appletts und ActiveX Controls durch die gängigsten Web Browsern einerseits und durch die Integration der DCOM Objekte auf die verschiedensten System-Plattformen andererseits, wird eine föderierte Kommunikation in heterogenen Netzwerken ermöglicht.

In Abbildung 54 wird das im Forschungsprojekt SIGMA_{FDB} /184/ vorgeschlagene Konzept eines föderierten Datenbanksystems, das aus einer Menge autonomer heterogener Komponentendatenbanksysteme besteht, die über eine flexible Föderierungsschicht gekoppelt sind, veranschaulicht. Die Überwindung der Schemaheterogenität wird durch die Integration aller Exportschema in ein globales föderiertes Schema überwunden. Zur Ableitung externer Sich-

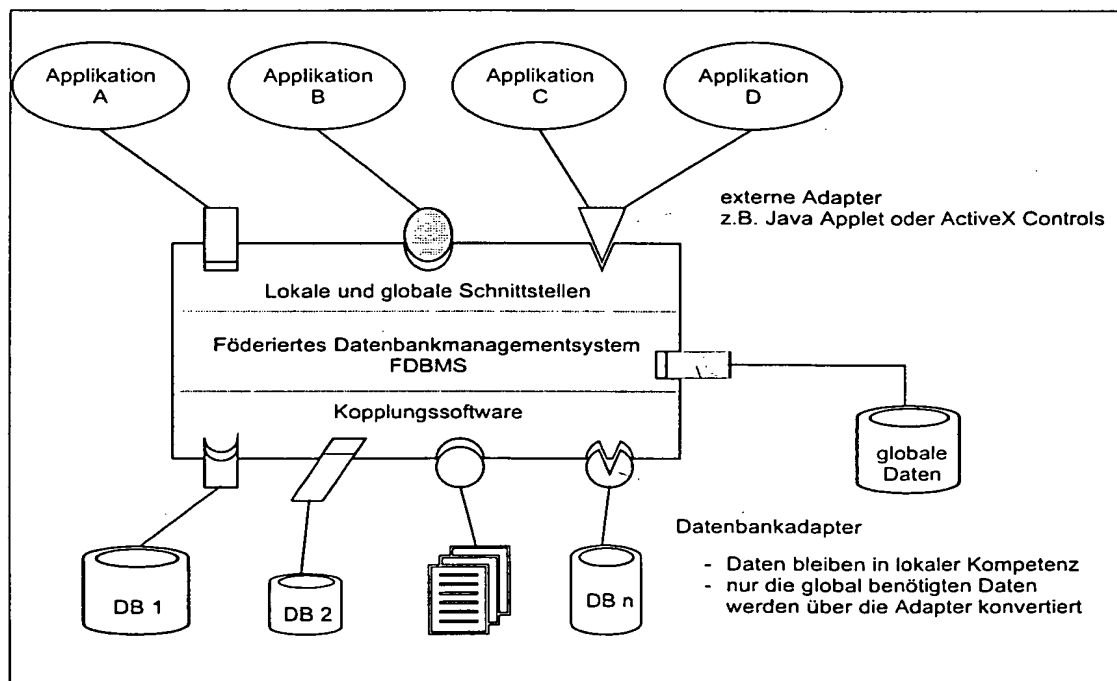


Abbildung 54: Darstellung der Konzeption des Forschungsprojektes „FDBMS Projekt SIGMA“ der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

ten und zur Erzeugung von Datenmodellheterogenität werden externe Adapter eingesetzt.

Dieser Ansatz des Forschungsprojektes SIGMA entspricht in der grundsätzlichen Ausrichtung den im Component Object Model definierten Zugriff auf Daten über Methoden und zusätzlichen Schnittstellen. Hierzu werden Provider implementiert, die durch Java-Applets, ActiveX-Controls oder mit Hilfe von ActiveDataObject (ADO) oder OLE DB realisiert werden können. Diese proprietären Lösungen sind in Abbildung 55 dargestellt. Damit ist die Einbeziehung von Datenbanken, Mail-Systemen und auf Dateien basierenden Datenhaltungssystemen möglich. Innerhalb des ActiveServer können durch Scripte komplexe Ablaufsteuerungen und Zugriffsberechtigungen programmiert werden, die dynamische Inter-

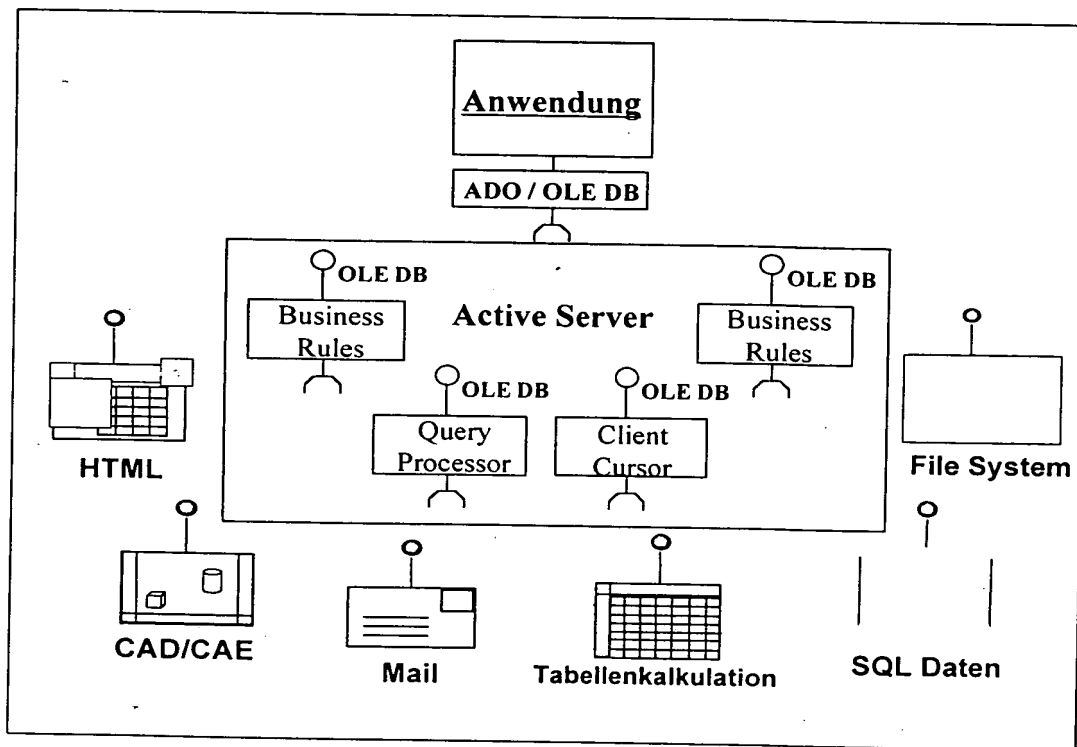


Abbildung 55: Integration unterschiedlicher Systeme, Methoden und Datenformate mit der Active Server-Konzeption der Fa. Microsoft Corp. als Providersystem.

aktionen mit den Benutzern erlauben.

Das generelle Ziel einer weitgehenden Systemintegration, die möglichst schrittweise und in Teilaspekten zerlegt vorgenommen werden soll, wird international in verschiedenen Standardisierungsbemühungen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen verfolgt. Zur Illustration dieser heterogenen und durch unterschiedlichste Interessenslagen geprägten Entwicklungen werden exemplarisch der Common Object Request Broker (CORBA) der Object Management Group (OMG) und der 1993 von BERNSTEIN /183/ unter dem Titel *Middleware* (Dienst zwi-

schen Anwendung und Systemplattform) veröffentlichte Architekturvorschlag erwähnt. Wichtigster Teilaspekt der Object Request Broker Definitionen sind die Funktionen und Komponenten zur Realisierung der Interoperabilität von Anwendungen. Damit können prinzipiell beliebige Objekte in offenen verteilten Umgebungen aufgerufen und genutzt werden.

Wie bereits vorab beschrieben wird aus Gründen der Verfügbarkeit von Basis-Software bei der Umsetzung des Konzeptes auf die proprietäre Konzeption des Distributed OLE von Microsoft aufgebaut. Die generellen Aussagen und Konzeptionen bleiben davon unberührt und können jederzeit auf andere Object Request Broker Konzeptionen übertragen werden.

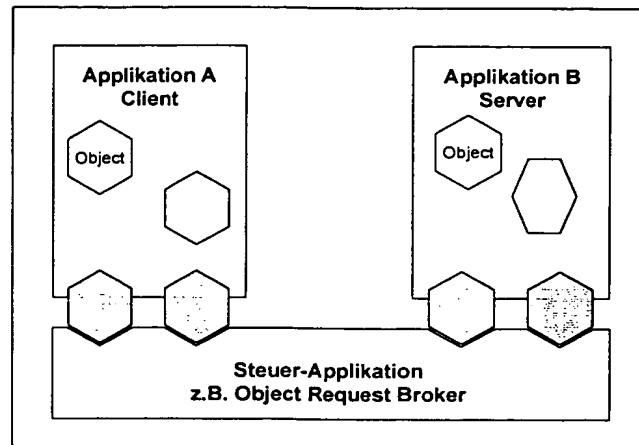


Abbildung 56: Objektaufrufe einzelner Objekte mit Hilfe eines Object Broker in der ORB Konzeption.

Die prinzipielle Funktionsweise der Objektbenutzung ist in Abbildung 56 dargestellt. Client Anwendungen können ihre Funktionalität entsprechend den aktuellen Anforderungen durch

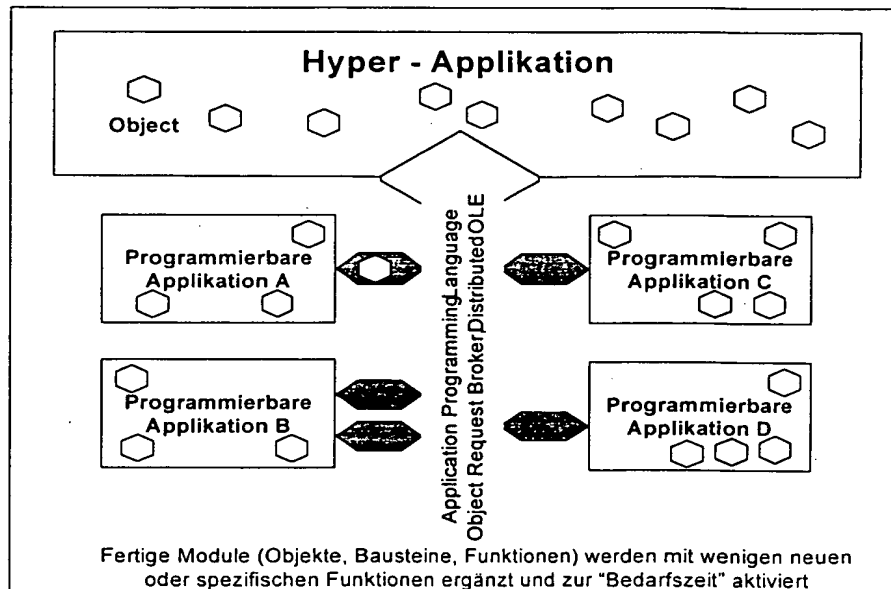


Abbildung 57: Weiterentwicklung des Object Broker Prinzips zur Hyper-Applikation.

die Integration weiterer Objekte eines oder mehrerer Server erweitern. Diese Konzeption kann zu einer Hyper-Applikation (Abbildung 57) ausgebaut werden. Der Object Request Broker übernimmt in einem dem Marktprinzip entsprechenden Handling den Aufruf von Objekten

und sorgt dafür, daß der Objektaufruf das richtige Objekt erreicht. Damit ist es möglich, Objekte, Methodenbausteine und Tools zur „richtigen Bedarfszeit“ zu aktivieren und den Basisapplikationen zur Verfügung zu stellen.

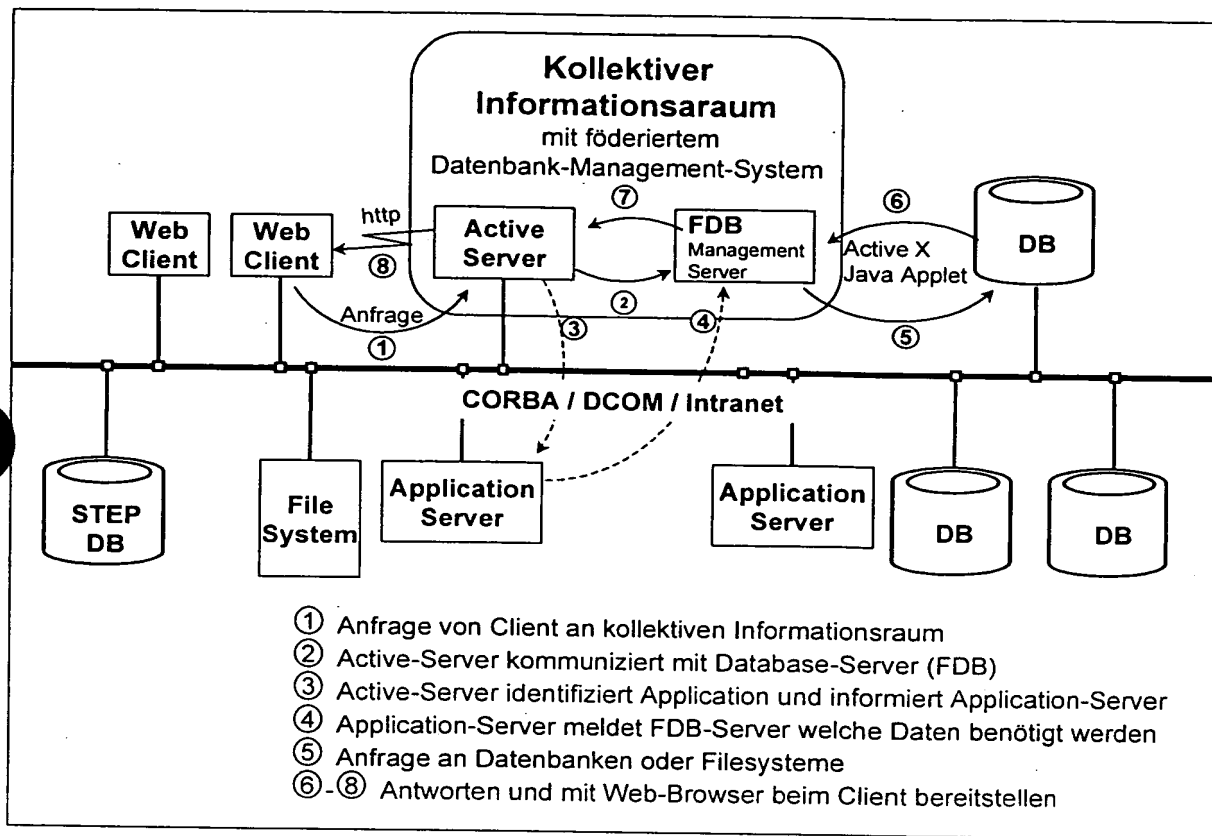


Abbildung 58: Prinzipieller Ablauf des Zugriffs auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes.

In Abbildung 58 ist der grundsätzliche Aufbau einer föderierten Netzstruktur auf der Basis von Internet-Technologien und der Zugriff auf Objekte über einen Object Request Broker illustriert. Die Benutzer stellen mit Hilfe ihres Clientrechners mit **http** über das Netzwerk eine Anfrage an den kollektiven Informationsraum. Der **ActiveServer** innerhalb des kollektiven Informationsraumes identifiziert die Benutzer, prüft Zugriffsberechtigungen, aktiviert notwendige Anwendungen oder Methoden-Bausteine und kommuniziert mit den Datenhaltungssystemen. Die Anwendungsserver melden dem **ActiveServer** welche Informationsobjekte oder Daten aus dem kollektiven Informationsraum benötigt werden und richten die entsprechenden Anfragen an die Datenhaltungssysteme. Die originären Daten, vorinterpretierte Informationen und Informationsobjekte werden nun wieder mit **http** an den Clientrechner des Benutzers zurückgeschickt und dort präsentiert.

Mensch-Maschine-Interface

Durch die Möglichkeiten moderner graphischer Benutzerschnittstellen (GUIs, Graphical User Interfaces) werden den Präsentationskomponenten eine zentrale Bedeutung beigemessen. Heutige Benutzer richten ihre Erwartungen an den Eigenschaften moderner Bildschirmoberflächen der Macintosh- oder Windows-Welt aus. Die verfügbaren Präsentationsdienste ermöglichen eine problembezogene Gestaltung von Benutzeroberflächen und die Verteilung von Präsentationen.

Entscheidend bei der Gestaltung von Benutzeroberflächen ist die Unterstützung des Benutzers gemäß seinen Anforderungen bei der Ausführung seiner Aktivitäten innerhalb der Geschäftsprozesse. Dazu ist es notwendig, daß die Daten und Informationen aus unterschiedlichen Applikationen in multimedialer Form auf einem Bildschirm für eine optimale Entscheidungsunterstützung bereitgestellt werden: Diesen Anforderungen entspricht in hohem Maße die Konzeption der Informationsobjekte, die prinzipiell der von BILL GATES formulierten Formel „*Information at your fingertips*“ nahe kommt.

Die Konzeption umfaßt eine Benutzeroberfläche, einen modifizierten Web-Browser, auf welcher der Anwender einerseits eine schnelle und zielgerichtete Navigation innerhalb des kollektiven Informationsraumes über die Strukturbrowser durchführen kann, die einzelnen Objekte, wie Prozesse, Ressourcen, Standorte, Technologien und Datenbankzugriffe menügeführt definiert und andererseits Prozesse und Aktivitäten in ihrem Fluß und ihrer Struktur graphisch modellieren kann.

Mit ActiveX-Controls werden die graphischen Symbole auf der jeweiligen Prozeßebene platziert. Mit der Platzierung der Symbole werden über Benutzer-Dialogfelder die notwendigen Informationen in der Struktur-Datenbank abgespeichert. Bei der derzeitigen Entwicklung eines Prototypen werden die Datenbanken MS-SQL-Server 6.5 und MS Access eingesetzt. Mit ActiveServerPages [181], einer Weiterentwicklung der WEB-Seiten Gestaltung in Verbindung mit einem ActiveServer und einem TransactionServer kann festgelegt werden, welche Anwendungsteile auf dem Server und welche Teile auf dem Client ausgeführt werden sollen. Abbildung 59 verdeutlicht die Zusammenarbeit zwischen Client und Server zum Aufbau dynamischer WEB-Seiten und zur Ausführung unterschiedlicher Components. In den zugehörigen Script-Anweisungen können auf dem Server und auf dem Client komplexe Interaktionsmechanismen programmiert werden. In Zusammenarbeit mit den zur Verfügung stehenden Components, Java-Applets, ActiveX-Controls, Scriptsprachen und den Entwick-

lungen von DHTML¹⁵⁶ lassen sich sehr dynamische Interaktionen in benutzerspezifischen Ausprägungen erstellen.

Zusätzlich stehen neben den standardisierten Datenbankzugriffen mittels SQL und ODBC wesentlich performantere Datenbankzugriffsmechanismen mittels Datenbankkonnektoren und ActiveDataObjects (ADO) zur Verfügung, so daß die einzelnen Objekte direkt gehandelt werden können.

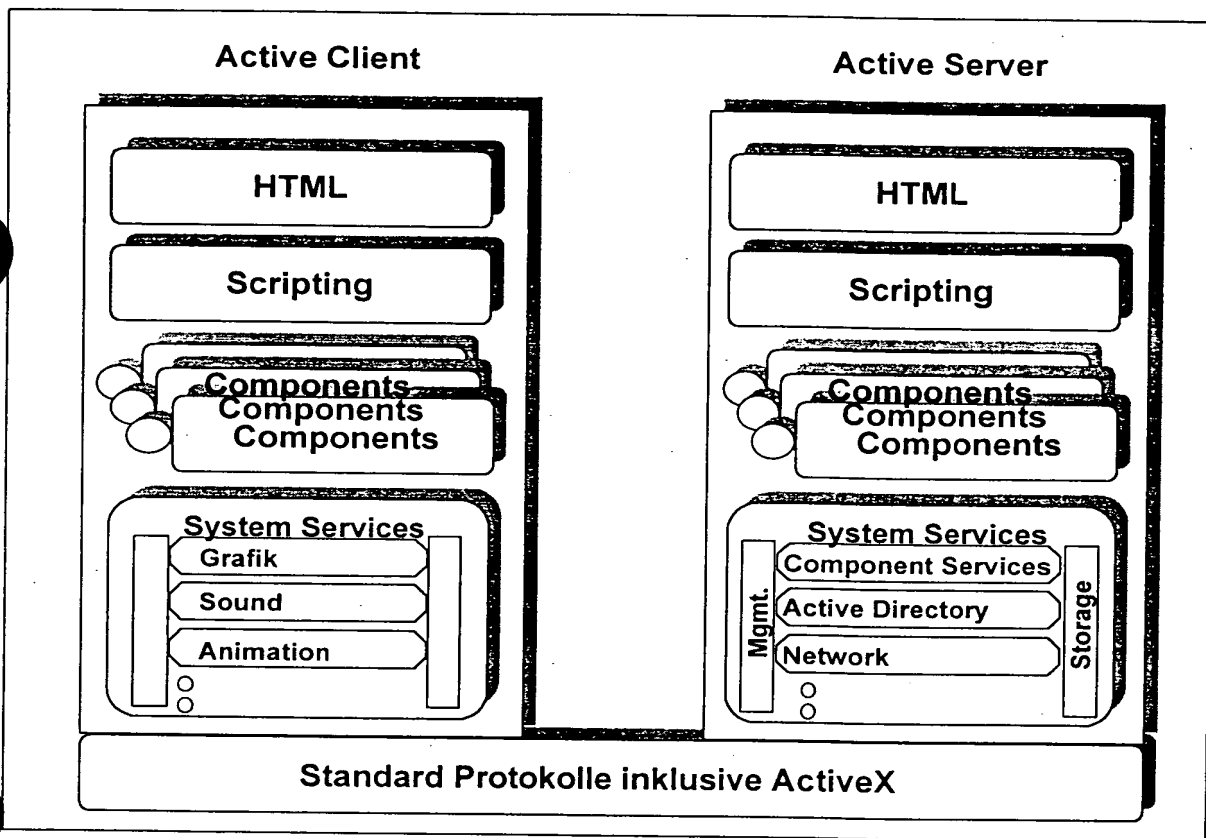


Abbildung 59: Aufgabenteilung zwischen Client und ActiveServer gemäß den Spezifikationen der DCOM
Konzeption der Fa. Microsoft Corp..

Abbildung 60 skizziert einen Datenbankzugriff; der Client sendet über die URL = <http://server/DISSERTATION.asp> eine Anfrage an den ActiveServer, der mittels OLE Automation den gewünschten Zugriff über die ActiveDataObjects und dem ODBC Driver Manager auf die jeweilige Datenbank realisiert. Über die modulare Oberfläche des modifizierten Web-Browsers als Container für beliebige ActiveX-Controls können zusätzliche Methoden und Fremdapplikationen integriert werden. Diese können CAX-Systeme, PPS-

¹⁵⁶ DHTML – Dynamic Hypertext Markup Language – Erweiterungen des HTML Consortiums Cern ; /182/

Systeme oder Prozeßleitsysteme, Windows-Applikationen und sonstige Dokumentenverwaltungssysteme sein. Im Sinne einer Integration von betrieblichen Informationssystemen können diese untereinander oder für die informatorischen Belange über das Datenbankmanagementsystem miteinander verbunden sein.

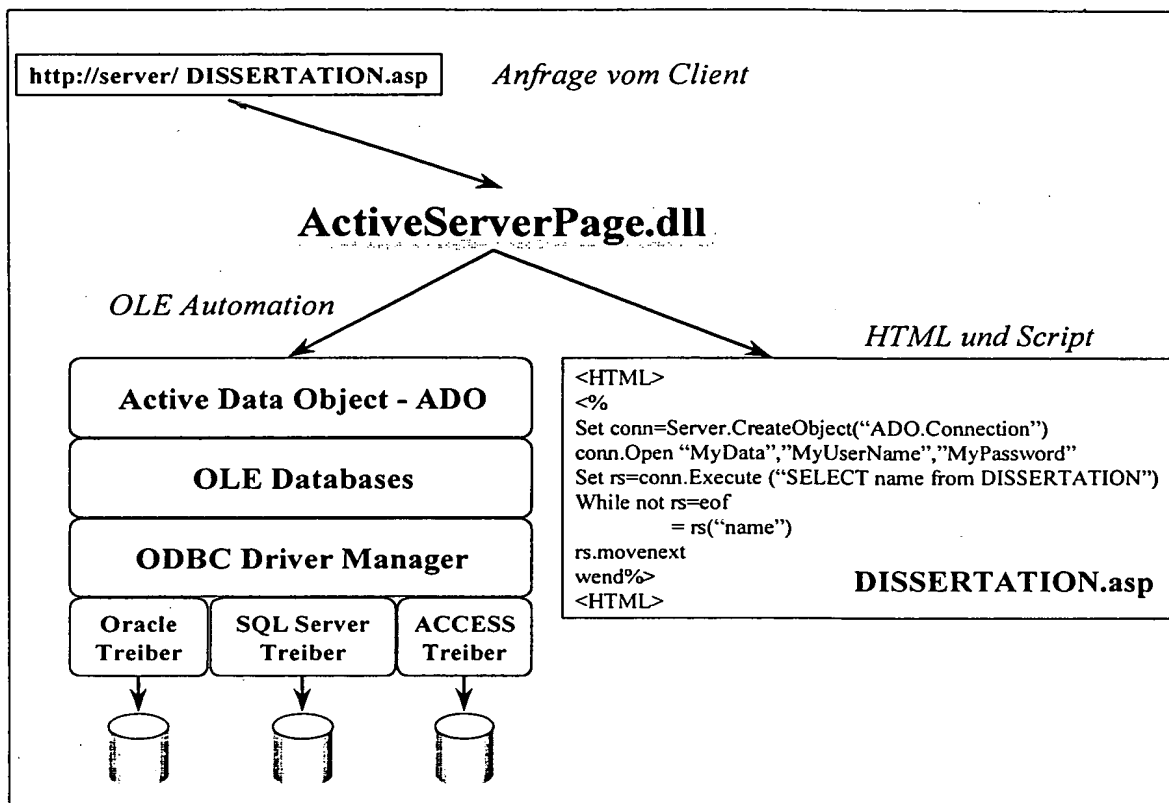


Abbildung 60: Direkter Datenbankzugriff mit ActiveDataObject und Datenbankkonnektoren auf unterschiedliche Datenhaltungssysteme.

Spezielle Ausprägung der CIMOSA-Konzeption in DARIF

- Das CIMOSA-Konzept der Modell-Sichten beschreibt die untersuchten Prozesse sehr umfassend, erfordert aber einen beachtlichen Aufwand in der Datenerhebung und in der Datenpflege. Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß die Untersuchung eines Prozesses in vielen Fällen aus einer konkreten Fragestellung oder Anforderungsspezifikation heraus durchgeführt wird. Aus diesem Grund wurden in DARIF lediglich eine reduzierte Anzahl der durch CIMOSA definierten Konstrukte verwendet (Stern 1997), wobei gleichzeitig eine starke Orientierung am Geschäftsprozeß angestrebt wurde.

Ein Geschäftsprozeß wird durch seine Bestandteile, ein Netz der Aktivitäten (Enterprise Activities) dargestellt, die die elementaren Aufgaben im Unternehmen repräsentieren und die unter Einsatz von Ressourcen erledigt werden sollen. Aktivitäten können sequentiell oder parallel ablaufen. Sie sind untereinander mit Ablaufregeln in einem Netz verknüpft und bestimmen das dynamische Verhalten des Geschäftsprozesses.

In dem folgenden Modell zur Ressourcensteuerung wird, wie in Bild 4 gezeigt, eine Teilmenge der CIMOSA-Modellierungskonstrukte, nämlich Aktivität, Ressource, Ablauf-Ereignis und Geschäftsprozeß (implizit als Netz von Aktivitäten) benutzt, dazu die Geschäftsdienste Activity Control und Resource Control, die zur Ausführung des Modells benötigt werden.

Der Übergang vom statischen zum dynamischen Modell

In einigen Fällen der Geschäftsprozeßmodellierung wird ein einfaches statisches Abbild der Aktivitäten ausreichen, um einen Überblick über den betrachteten Prozeß zu geben. In einem statischen Modell können alle Prozesse mit ihren funktionalen Abhängigkeiten

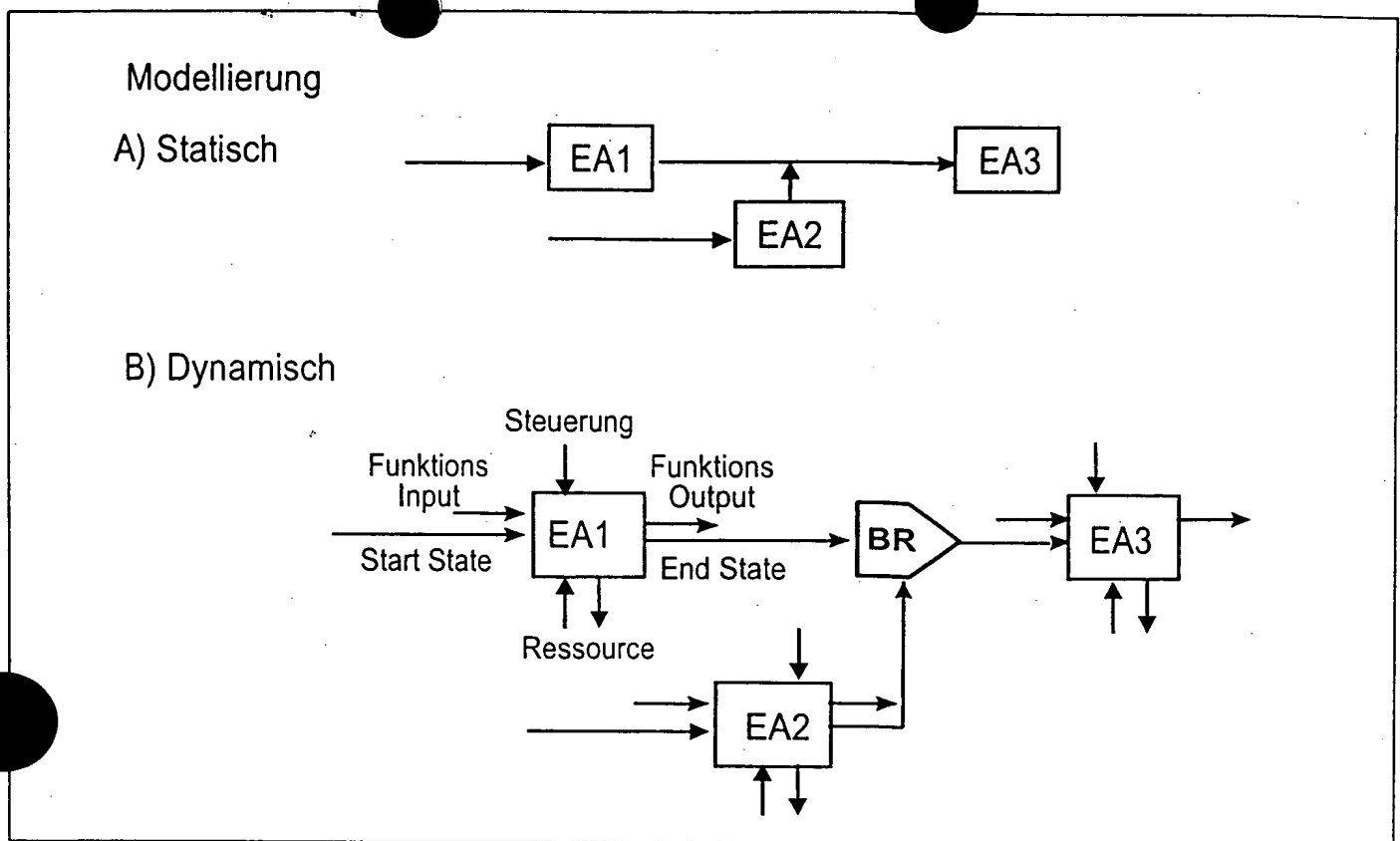


Bild 4: Statische und dynamische Modellierung

umfassend beschrieben sein, was bereits deutlich zu einer Erhöhung der Transparenz von Abläufen beiträgt.

Um aber Aussagen über das zeitliche bzw. dynamische Verhalten von Prozessen zu erhalten, reichen statische Modelle nicht aus. Für dynamische Betrachtungen sind Abbilder der Transformationsflüsse, also der Input- und Outputraten zu verwenden. Zur Betrachtung dieser Flußaspekte sowie zur Berücksichtigung von Ressourcen haben sich die Petri-Netz-Darstellungen als geeignet erwiesen. Petri-Netze enthalten die Strukturinformationen durch Knotenmengen (Input- und Outputelemente) und Kanten (Verbindungen), Ressourcen sowie die auszuführenden Aktivitäten (Transitionen). Die Betrachtungen können dabei, wie bereits im ersten Kapitel gezeigt, wahlweise auf eine Intervariable fokussiert werden, bei der die Verbindungen zwischen den Transformationen betrachtet und daraus Mengenbetrachtungen und Übergangszeitbetrachtungen zwischen den Transformationsschritten abgeleitet werden. Außerdem kann eine Transvariable einbezogen werden, bei der die Transformation selbst mit Auswertungen bezüglich Belastungen oder Zeitverhalten im Mittelpunkt steht.

Sind bei der Analyse der Transformationsschritte beide Größen relevant und werden die durch die Struktur bedingten Randbedingungen als fixe Größe betrachtet, sollten als Flußelemente (Token) die zu bearbeitenden Produktionsaufträge eingesetzt werden. Dieser Ansatz erlaubt zunächst keine unmittelbare Strukturveränderungen, ermöglicht jedoch eine schnelle Simulation unterschiedlicher Belastungszustände.

Es wird mit dem realen Ablauf entsprechenden Zeit- und Kapazitätsmodellen gearbeitet. Hierfür sind gegenüber dem statischen Modell weitaus mehr Informationen notwendig, wie

z.B. der Kundenauftragseingang mit Auftragsart, der Zeitpunkt des Eintreffens eines Kundenauftrages oder eine Verteilung der Kundenaufträge und zwar unter dem Gesichtspunkt, wann und mit welcher Art sie ins Unternehmen kommen. Zudem muß eine Zuordnung der Qualifikation der Ressourcen erfolgen, die für einen Prozeß notwendig sind. Die Erstellung dynamischer Modelle zur Simulation benötigt folglich ein mehrfaches der Zeit eines statischen Modelles. Aus unserer Erfahrung muß mit einem Mehraufwand von dem sechs- bis achtfachen eines statischen Modells gerechnet werden, wobei die Datenanalyse und -aufbereitung den Schwerpunkt der Modellierungsaufwendungen darstellt.

Das Modellieren dynamischer Vorgänge mit Petri-Netzen

Petri-Netze wurden 1962 von C.A. Petri zur „Beschreibung möglichst vieler Erscheinungen bei der Informationsübertragung und Informationswandlung in einheitlicher und exakter Weise“ (Petri 1962) durch die Darstellung einer Theorie der Kommunikation mit Automaten entwickelt. Mit Hilfe von Petri-Netzen lassen sich ereignisdiskrete dynamische Vorgänge gut modellieren, weshalb sie auch bei der Geschäftsprozeßmodellierung verstärkt zum Einsatz kommen. Die Weiterentwicklung von Softwarewerkzeugen zur Erstellung von Petri-Netzen hat in den vergangenen Jahren große Fortschritte gemacht. Neben den Bedingungs-Ereignis-Netzen entstanden Stellen-Transitionen-Netze und weitere komplexere Netzmodelle mit individuellen Marken und Zeitbewertungen. Insbesondere sind hier die Prädikats-Transitionen-Netze, Relations-Netze und die gefärbten Netze zu nennen (Genrich/Lautenbach 1981; Reisig 1982; Jensen 1981).

Die genannten Werkzeuge dienen zum Erstellen, Simulieren und Animieren von Petri-Netz-Modellen. Die Modelle werden in spezifischen Datei- oder Datenbankformaten abgespeichert – Änderungen am Modell sind nur mit dem jeweiligen Werkzeug möglich. Da die Werkzeuge sehr umfangreich und komplex sind, werden Spezialisten benötigt, die mit diesen Software-Werkzeugen Modelle erstellen können. Für die Geschäftsprozeßmodellierung wird jedoch weniger die Funktionalität der Software benötigt, sondern vielmehr das spezifische Wissen der Prozeßbetreiber.

Generisches Petri-Netz zur Simulation von Prozessen

Aus der Praxis heraus wird eine immer schnellere Entscheidungsunterstützung durch Simulation erwartet. Dem gegenüber steht aber eine aufwendige Modellierung trotz immer komfortablerer Softwaretools. Eine Modellierung benötigt deshalb nach wie vor Software-Spezialisten, um geeignete Modellstrukturen zu definieren. Die klassischen Petri-Netze haben als systeminhärente Einschränkung eine ereignisorientierte, diskrete Abfolge der Aktivitäten, d.h. es können keine kontinuierlichen Abfolgen simuliert werden. Werden in Produktionsprozessen zeitliche Abfolgen (Bearbeitungs-, Rüst- oder Liegezeiten) benötigt, muß im zugehörigen Petri-Netz der kleinste zu analysierende Zeitschritt als sogenannter Timestep definiert werden, was letztendlich entweder zu sehr langen Simulationszeiten oder zu unzulässig großen Zeitschritten führen kann.

Werden nun jedoch, wie vorab bereits erläutert, keine strukturverändernden Maßnahmen vorgesehen, können alle Aktivitäten in einem einzigen „generischen“ Petri-Netz abgebildet und simuliert werden.

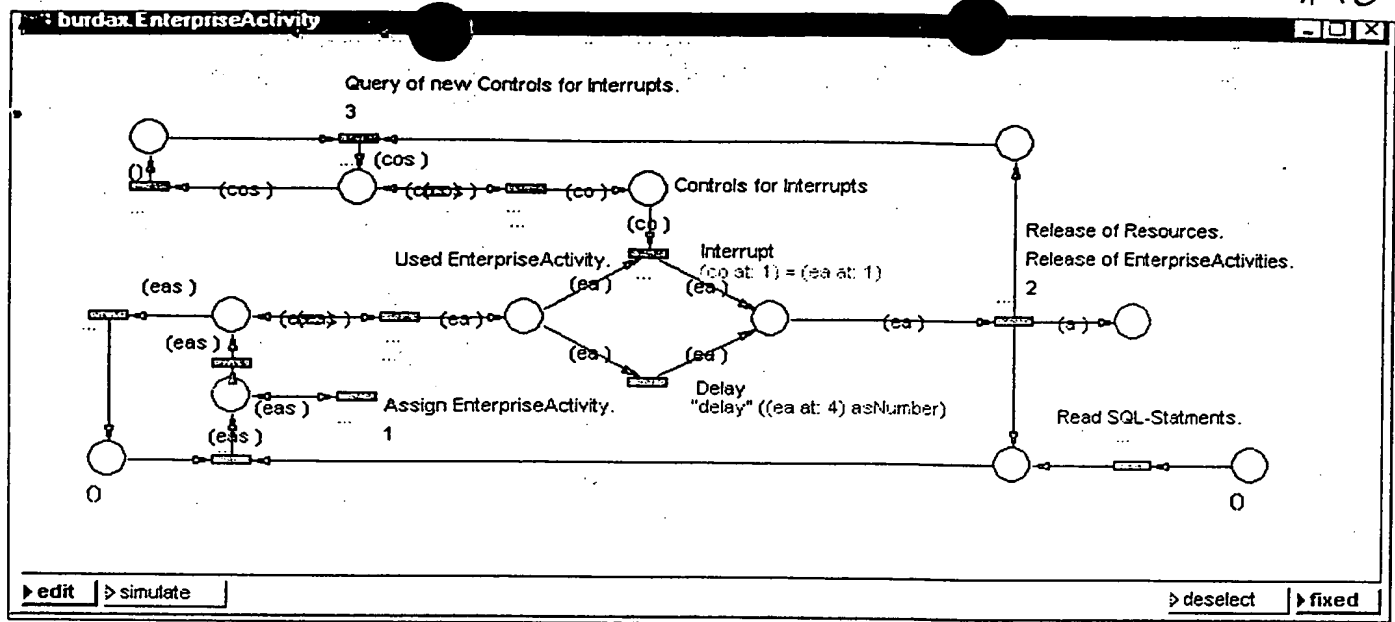


Bild 5: Generisches Petri-Netz, mit Pace modelliert

Abweichend von den vorigen Ausführungen werden Aktivitäten ausschließlich mit Hilfe der Konstrukte Funktion-Input, Funktion-Output, Ressource-In/Output, Control-Input und dem internen Verhalten der Aktivität beschrieben. Diese für die Zeit-, Kapazität- und Mengenbetrachtungen wichtigen Schritte werden nun in einem generischen Petri-Netz abgebildet. Die notwendigen Strukturinformationen über Wege, Abhängigkeiten oder Regeln für die Abfolge werden in entsprechenden Datenbanktabellen hinterlegt. Damit können nun beliebige Aktivitäten, die zu einem definierten Zeitpunkt ausgeführt werden können, in einem einzigen kleinen Petri-Netz simuliert werden. Alle notwendigen Parameter sind in Datenbanktabellen gespeichert und werden bei der Modellausführung mittels geeigneter SQL-Anweisungen ausgelesen bzw. zurückgeschrieben. Gleichzeitig können Aktivitäten über den steuernden Control-Input unterbrochen werden, womit die bisherigen Einschränkungen der ereignisorientierten diskreten Schrittfolge aufgehoben werden. D.h. Aktivitäten können in genügend kleinen Timesteps simuliert werden, ohne daß dies zu unerträglich langen Simulationszeiten führt.

Nachfolgend werden die zur Simulation notwendigen Schritte näher erläutert: Im ersten Schritt werden SQL-Anweisungen aus der Datenbank eingelesen, die das generische Petri-Netz während eines Simulationslaufes verwendet. Die folgenden Schritte wiederholen sich in einem Kreislauf, der nach jedem Ende einer EA erneut angestoßen wird. Es werden alle EAs ausgewählt, die zum aktuellen Zeitpunkt in der Simulation starten können. Diese Auswahl wird in der Datenbank unter mehreren Aspekten getroffen, z. B. nach Priorität bzw. nach den in diesem Moment zur Verfügung stehenden Ressourcen. Den ausgewählten EA werden die benötigten Ressourcen zugeordnet. Im Modell befindet sich nun für jede bearbeitete EA eine Marke. Diese Marke ist Informationsträger dieser EA, ihr werden je nach Modell verschiedene Attribute zugewiesen. Ein zwingendes Attribut ist die Zeitdauer der EA bis zu ihrem regulären Ende. Ein weiteres Attribut enthält einen eindeutigen Identifier dieser EA. Damit ist gewährleistet, daß eine bestimmte EA, während sie aktiv ist, unterbrochen werden kann. Ist die Zeit für eine aktive EA abgelaufen oder wurde eine aktive EA

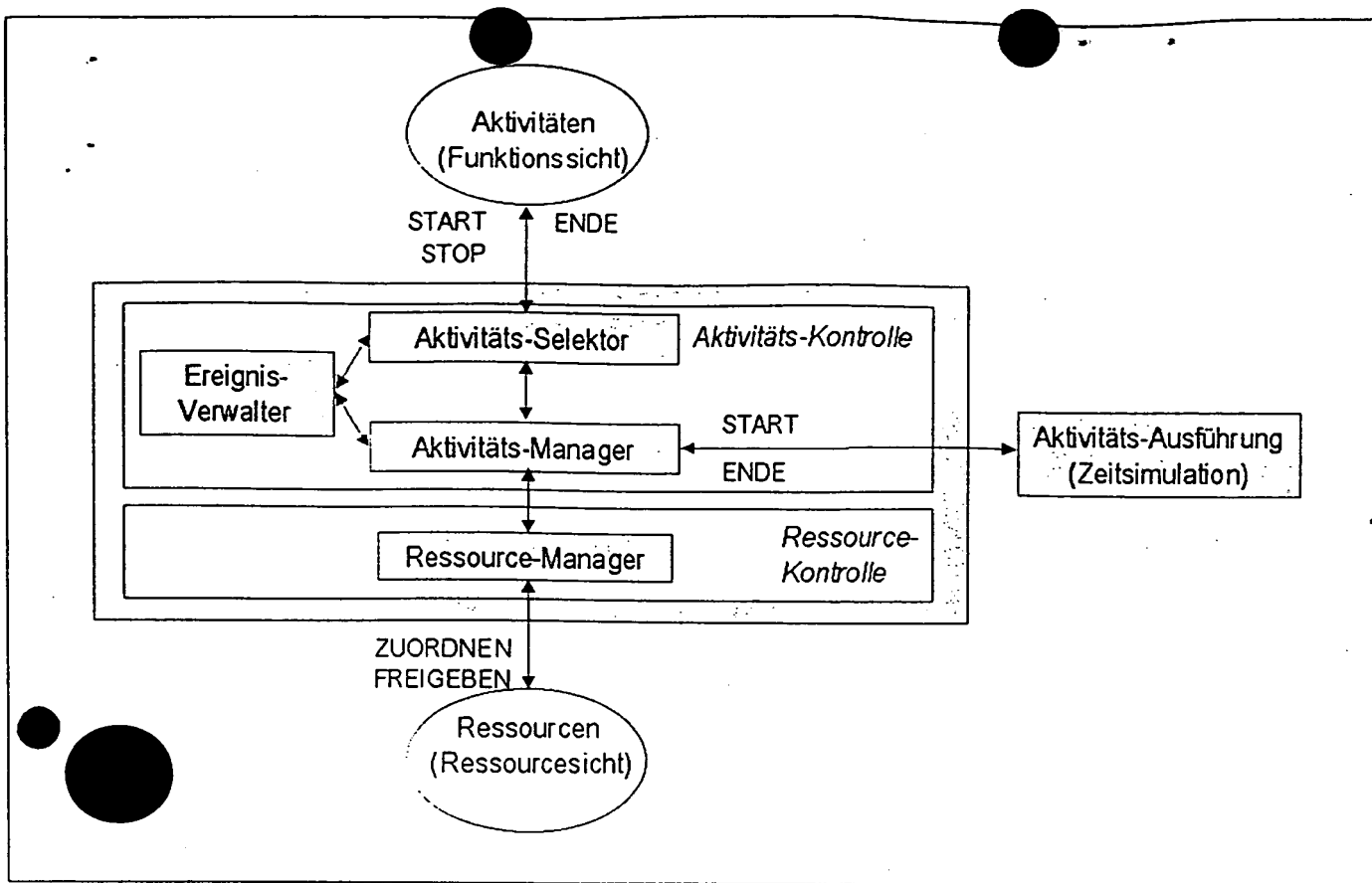


Bild 6: Modellausführung mit CIMOSA Geschäftsdiensten

unterbrochen, werden die benutzten Ressourcen der EA wieder freigegeben. Nun wird anhand der Modellstruktur, die in der Datenbank abgelegt ist, geprüft, welche EAs zum aktuellen Zeitpunkt starten können oder welche aktiven EAs unterbrochen werden sollen.

Modellausführung mit generischen Petri Netzen

In der Modellierungs-Anwendung von DARIF werden alle Modelle als externe Schemata beschrieben und in einer Relationalen Datenbank hinterlegt. Ein Generisches Petri-Netz erlaubt die Ausführung der Aufgaben der CIMOSA-Geschäftsdienste.

Die Dienste zur Modellausführung funktionieren nach dem Client-Server-Prinzip, sie können gleichzeitig mehrere Aufträge abwickeln. Die Activity Control (AC) selektiert und startet die Aktivitäten. Der Ressource Manager belegt und übernimmt die Freigabe der Ressourcen. Zudem ist ein Ereignis-Verwalter vorgesehen, der unerwartete Ereignisse bearbeitet. Diese Aufgaben der Modellausführung werden mit einem Generischen Petri-Netz implementiert.

Auswertungen

Als ein Anwendungsbeispiel wurden bei der Fa. Burda Druck GmbH, Offenburg, unter den besonderen Bedingungen einer extrem zeitkritischen Teamarbeit alternative Ressourcen-Konfigurationen bei verschiedenen Schichtmodellen, veränderter Maschinenbesetzung und veränderter Qualifikationen der Mitarbeiter modelliert, simuliert und in Diskussion mit den Prozeßverantwortlichen optimiert. Nach mehreren Simulationen unterschiedlicher Bedin-

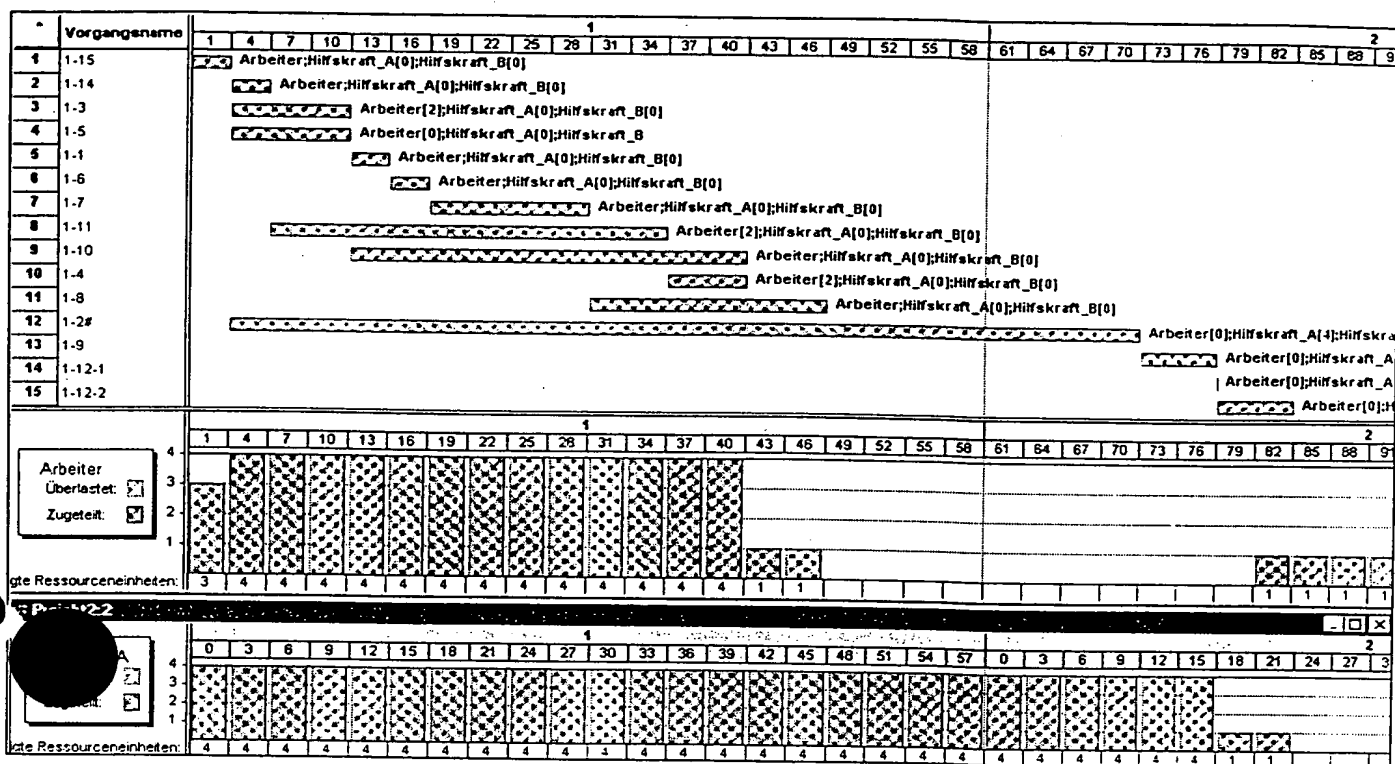


Bild 7: Optimierter Einsatz der Ressourcen

gungen können die Simulationsdaten aus der Datenbank in verschiedene Auswertungssysteme zur quantitativen und qualitativen Analyse der Aktivitäten übertragen werden, um verschiedene Situationen bei relevanten Aktivitäten bewerten zu können.

In der Auswertung werden nur die entscheidenden Einflußfaktoren visualisiert. Dazu sind parallele und serielle Aktivitätsfolgen in einem Gantt-Diagramm dargestellt. Man erkennt den kritischen Pfad und es werden die Prozeßschritte sichtbar, welche die Dauer des Gesamtprozesses entscheidend beeinflussen. Ein Bewertungskriterium ist beispielsweise der kritische Pfad der Aktivitäten mit der Nebenbedingung, den notwendigen Zeitaufwand des Gesamtprozesses zu verringern oder die Belastungsschwankungen der unterschiedlich qualifizierten Mitarbeiter im zeitlichen Verlauf der Rüstaktivitäten.

Exemplarisch wurde im Projekt die Simulationssoftware PACE, die Datenbank MS-ACCESS und zur Auswertung und Visualisierung MS-PROJECT (wie in Bild 7 dargestellt) verwendet.

2. Optimieren von Geschäftsprozessen mit Internet-Technologien

von Karl-Heinz Sternemann und Uwe Geiges

1. Optimieren von Geschäftsprozessen mit Internet-Technologien
2. Das Innovationspotential
3. Internet/Intranet-Technologien
4. Nutzen eines Intranets
5. Die Realisierung von „Internet Enabled Manufacturing“

Leitaussagen:

- Mit den neuen Möglichkeiten der Internet-Technologien müssen die gesamte Wertschöpfungsketten überdacht und Abläufe neu strukturiert werden.
- Microsoft-Technologien bieten eine sehr gute Basis zur Realisierung des kollektiven Informationsraumes.

1. Optimieren von Geschäftsprozessen mit Internet-Technologien

Aufgrund der rasanten Entwicklung und des Einsatzes moderner Informationstechniken wurde ein technisch-wirtschaftlicher Wandel ausgelöst, der in Ausmaß und Folgewirkungen mit dem Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft zu vergleichen ist. Globale Kommunikation in einer globalen Welt bedeutet, daß es egal ist, ob der Empfänger einer Nachricht drei Zimmer weiter sitzt oder auf einem anderen Kontinent.

Bezogen auf die Fertigungsindustrie steht der Begriff „Informationsgesellschaft“ für eine Wirtschaftsform, in der ein produktiver Umgang mit der Ressource „Information“ und die wissensintensive Produktion eine besondere Bedeutung erlangen. Informations- und Wissensmanagement wird zukünftig mit zahlreichen neuen Anwendungsmöglichkeiten wie beispielsweise dem Internet realisiert werden. Mit dessen Technologien wird es möglich, die Raum- und Zeitbindungen der Information zu überwinden und dezentrale Organisationsformen zu unterstützen. Sollte es uns in Deutschland nicht gelingen, die Möglichkeiten der Informationstechnik für die Flexibilisierung der Produktion, der globalen Ausrichtung von Absatz- und Beschaffungsstrategien und der Verkürzung von Innovationszyklen auszunutzen, werden Wachstumseinbußen und Arbeitsplatzverluste folgen.

Der Weg in Richtung Informationsgesellschaft stellt unsere Gesellschaft in mehrfacher Hinsicht vor neue Herausforderungen:

- Neue Formen der Geschäftsprozeßabwicklungen auf der Basis von netzartigen Strukturen müssen zum Erbringen von (Dienst-)Leistungen eingesetzt werden.
- Die Potentiale moderner Informationstechnologien müssen zunächst intern genutzt werden, um Geschäftsprozesse effizienter abzuwickeln und Optimierungsziele zu erreichen.
- Es müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, die eine gezielte Anwendung neuer Technologien fördern.

Um wirtschaftlich arbeiten und entscheiden zu können, müssen die richtigen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der richtigen Aufarbeitung – bedarfs- und zeitgerecht – verfügbar sein. Eine gezielte Prozeßoptimierung mit neuen Informationstechnologien und die damit verbundenen Beschleunigungen von Entwicklungs-, Produktions- und Distributionszyklen entscheiden über den wirtschaftlichen Erfolg auf einem globalen Weltmarkt. In diesem Sinne ist Information ein ebenso wichtiger Produktionsfaktor wie die Rohstoffe, Kapital oder Arbeit.

Moderne Informationstechnologien, eingebunden in schnelle Kommunikationsnetze, ermöglichen den raschen und weltweiten Austausch von Informationen. Dies führt zu einer Reduzierung der bisherigen Beschränkungen bezüglich Raum und Zeit und damit zu einer zunehmenden Standortunabhängigkeit bei der Herstellung von Produkten und der Erbringung von Dienstleistungen.

2. Das Innovationspotential

195

Das produktive Zusammenwirken dezentraler Einheiten stellt neben der Wissensressource Mensch das wichtigste Innovationspotential dar. Dies gilt für das Marketing, die Produktentwicklung, bei administrativen Aufgaben, für die Logistik, die Wartung und Instandhaltung und nicht zuletzt für den Vertrieb. Betrachtet man die bestehenden Strukturen innerhalb eines Unternehmens, wird folgendes deutlich:

- Unterschiedliche Standorte nutzen unterschiedliche IT-Systeme.
- Diese Systeme sind hochspezialisiert und kompliziert und ermöglichen nur einen eingeschränkten Datenaustausch.
- Gewachsene, heterogene Systemlandschaften führten zu teilweise redundanten Prozessen.

3. Internet-/ Intranet-Technologien

Die Bereitstellung von unternehmensweiten Informationssystemen auf Basis von im Internet etablierten Techniken (Intranet) ist einer der EDV Trends. Kein Anbieter von Softwareanwendungen, Entwicklungswerkzeugen, Groupwarelösungen oder Datenbanken kann es sich mehr leisten, seine Produkte nicht mit Intra- bzw. Internetfähigkeiten auszustatten.

Ist die Internet-Technologie reif für den Einsatz im Unternehmen? Wir denken ja. Die aus dem Internet entstandenen Konzepte Intranet und Extranet sind für den unternehmensinternen Einsatz prädestiniert. Das Internet ist ein globaler Netzverbund mit einer gemeinsamen Basis – dem Datenübertragungsprotokoll TCP/IP. Das ursprüngliche, sehr rudimentäre Netzwerk wurde immer wieder um neue Dienste erweitert, so u.a. auch mit den Diensten des World Wide Web (WWW).

Das Intranet ist die Anwendung von Internet-Technologien und WWW-Dienstleistungen in privaten (Unternehmens-) Netzwerken (LAN/WAN). Ein Intranet kann völlig isoliert, ohne Verbindung zum Internet, betrieben werden. Wird ein Zugang zum Internet realisiert, sind entsprechende Sicherheitseinrichtungen, sogenannte Firewalls, zwischen den Netzwerken zu integrieren. Ein Firewall stellt vereinfacht ausgedrückt einen mehr oder weniger wirksamen Filter dar, der nicht autorisierten Internet-Usern den Zugriff auf das private Intranet verhindern soll.

Erweitert man ein Intranet dahingehend, daß autorisierten Partnern der Zugriff auf das private Intranet gewährt wird, spricht man von einem Extranet. Technisch gesehen, verbinden Extranets die Intranets von Partnern unter der Verwendung der öffentlichen Internet-Infrastruktur. Der private Charakter wird durch verschlüsselte Datenübertragung und entsprechende Ausgestaltung der Firewalls gewährleistet.

Mit dem WWW kamen zu der Internet-Infrastruktur neue Möglichkeiten der Darstellung von Multimedia-Informationen hinzu. Verlockend ist die Aussicht mit plattformübergreifenden Standards wie der Beschreibungssprache HTML (HyperText Markup Language) oder dem als eine Art „Computer Esperanto“ gepriesenen Java heterogene, teilweise mit sehr unterschiedlichen Konzepten arbeitende Systeme, in einen einheitlichen Rahmen zu bringen. Dargestellt werden die Informationen mit einem speziellen Anwendungsprogramm, dem Web-Browser. Dieser ermöglicht eine einfache Bedienung und war letzt-

endlich mit einer der auslösenden Faktoren für die explosionsartige Entwicklung des Internet. Im WWW können bisher drei Entwicklungsstufen ausgemacht werden:

- Das ursprüngliche Web war eine Sammlung statischer Web-Seiten zur Verbreitung und Verteilung statischer Informationen.
- Das zur Zeit aktuelle „interaktive“ Web ist die Erweiterung der statischen Web-Seiten mit dynamischen Elementen, d. h. die Anwendung wird in die Lage versetzt, ohne zusätzliche Komponenten alle Aufgaben auszuführen, was durch zusätzliche Programmiermöglichkeiten in der HTML-Umgebung ermöglicht wird.
- Die zukünftige Erweiterung des interaktiven Web stellt das „Objektorientierte Web“ dar. Auf der Basis von ObjectBrokern (wie z. B. CORBA oder DCOM) werden Anwendungskomponenten als Objekte bedarfsgerecht über einfache Schnittstellen zu umfassenden Applikationen zusammengefaßt. Die Objekte nehmen Informationen auf, bearbeiten diese und senden Resultate wieder an das aktivierende Objekt zurück. Zentrale Elemente dieser Technologie stellen das Componentmodel ActiveX oder JavaBeans dar.

Optimistisch gesehen können damit Arbeits- und Produktionsabläufe in allen Unternehmensbereichen optimiert werden. Für viele der anfallenden Aufgaben bietet sich der Intranet-Einsatz an. Betrachtet man die rauhe Wirklichkeit, stellen sich im wesentlichen zwei Fragen:

- Was ist der konkrete Nutzen eines Intranets, und welche Informationen sollen dargestellt bzw. verarbeitet werden?
- Wie soll die technische Umsetzung realisiert werden?

4. Nutzen eines Intranets

Der Internet-gestützte ganzheitliche Prozeß von der Konstruktion über die Administration bis hin zur Fertigung erschließt neuartige Möglichkeiten des qualitativen Kundendialoge und erhöht gleichzeitig die interne Produktivität eines Unternehmens maßgeblich. Mit der Nutzung des Internet als zentrales Informationsrückgrat und entsprechender Koordination erwachsen erhebliche Produktivitätsvorteile. Stehen doch damit sämtlichen beteiligten Stellen die richtigen und aktuellen Daten stets vollständig und zielgerichtet zur Verfügung. Ein Rückgriff auf veraltete, redundante oder gar falsche Informationen oder Vorgänge ist deutlich reduziert.

Auch externe Stellen wie Kunden, Lieferanten oder Serviceabteilungen partizipieren an diesen Möglichkeiten. Über vordefinierte Zugriffsmöglichkeiten auf das interne Netz, aus dem beispielsweise Angebotsübersichten, Produktkataloge oder technische Leistungsbeschreibungen bereitgestellt werden können, besteht die Möglichkeit der direkten Kundenkommunikation über das World Wide Web.

Die mit dem WWW durchgängigen Optimierungsmöglichkeiten nehmen einen unmittelbaren, positiven Einfluß auf die gesamte Wettbewerbsfähigkeit. Mit relativ geringen

Aufwand lassen sich Produktivitätszeiten verkürzen, Änderungsaufrunde drastisch vereinfachen, Kapazitäten besser auslasten, Fehlerquellen reduzieren und Qualitäten deutlich steigern.

Eine Informationsgesellschaft ohne Fertigungsindustrie und Produktion kann es nicht geben. Aus industrieller Sicht bieten leistungsfähige Informationsinfrastrukturen zukünftig vielfältige Chancen zur Erhöhung der Produktivität und Effizienz im Produktionsprozeß sowie:

- Kürzere Entwicklungszeiten durch enge Kooperation aller am Entwicklungs- und Produktionsprozeß beteiligten Stellen und Nutzung aller verfügbaren Informationsquellen.
- Schnellere Reaktion auf Kundenwünsche und Marktanforderungen unter Einbeziehung interner und externer Fertigungsabläufe.
- Bedarfsorientierter und standortunabhängiger Service durch direkten Zugriff auf Maschinen und Anlagen beim Kunden.
- Erhöhte Präsenz durch elektronischen Handel und die Nutzung weltweiter Kommunikationsbeziehungen.

Sehr oft kommen die Wünsche nach einem Intranet aus zwei Bereichen des Unternehmens. Einerseits drängt die Geschäftsleitung, sich mit dieser Technologie zu beschäftigen, zum anderen die EDV Abteilungen, die eine neue Aufgabe für sich sehen und vom Wunsch geprägt sind, technisch vorhandene Möglichkeiten im Unternehmen zur Anwendung zu bringen. Die eigentlichen Nutznießer eines Intranet, die Fachabteilungen, stehen der Herausforderung häufig orientierungslos gegenüber.

Unabhängig vom konkreten Bedarf eines Unternehmens, lassen sich allgemeine Ziele für ein Intranet definieren:

Systemübergreifende Navigation

Ein großes Problem bei der Informationsbeschaffung liegt bereits im Auffinden der richtigen Quelle. Viele Informationen sind in verschiedenen Systemen verstreut, die keine übergreifende Koppelung erlauben. Nehmen wir als Beispiel die Informationen zu einem beliebigen Material im Lager. Die Spezifikation für dieses Material liegt in irgendeinem Dokument auf irgendeinem Fileserver, die betriebswirtschaftlichen Informationen dazu liegen in einem SAP R/3 System. Zusätzlich kann noch der Einkauf, Verträge und Preislisten von Lieferanten in einem Dokumentenarchiv gespeichert haben. Die Produktionsplanung verwendet noch eine „eigenentwickelte“ PPS-Lösung. Nicht nur, daß wir mehrere Systeme haben, wahrscheinlich haben wir auch noch drei Materialnummern. Selbst so eine elementare Information, daß es sich in allen drei Fällen um dasselbe Material handelt, ist nur mit Mühe herauszubekommen. Ein geeignetes Informationssystem sollte nicht nur alle Informationen liefern können, sondern auch die Informationen in einer Art und Weise zusammenfassen, daß die Zusammenhänge wieder erkennbar sind.

Transparenz der Datenquellen

- Eine transparente Bereitstellung der aus verschiedenen Systemen stammenden Informationen befreit den Benutzer von der Notwendigkeit, die Bedienung verschiedener Systeme erlernen zu müssen. Aus Gründen der Aktualität sollte die Datenbeschaffung möglichst in „Echtzeit“ erfolgen. Zumindest muß sie automatisiert erfolgen. Ein Intranet, das manuell abgeglichen werden muß, wird seine Ziele verfehlen.

Leichte Bedienbarkeit

Neben den eigentlichen Nutzinformationen sollte ein Intranet gleichzeitig auch eine eingängige Benutzerführung bieten. Komplizierte Systemprozesse sollten wann immer möglich verdeckt werden. Denn diese sind es, die es einem unerfahrenen Benutzer erschweren, mit einem unbekannten System umzugehen. Um beim obengenannten Beispiel zu bleiben: Einen Materialbestand aus einem SAP R/3 System abzurufen, erfordert eine mehrtägige Schulung des Benutzers.

Erweiterbarkeit

Die Infrastruktur eines Intranets muß von vornherein so ausgelegt sein, daß jederzeit neue Datenquellen integriert werden können, damit das Intranet neuen Anforderungen gerecht werden kann. Ideal ist es, wenn die Erweiterbarkeit nicht nur von den EDV Abteilungen und dortigen Spezialisten geleistet werden kann, sondern auch von den Endbenutzern. Anspruchsvollere, vor allem aktive Inhalte erfordern natürlich Spezialwissen, aber besser integrierte Tools mit guter Dokumentation haben die Erstellung von anspruchsvollen Web-Anwendungen von einer Spielwiese für Gurus und Freaks zu einer Mainstreamtechnik gemacht.

Prozessintegration

Die Integration eines Intranets in die Geschäftsprozesse geht, wenn auch nicht zwingend, über den Charakter eines Informationssystems hinaus. Wenn man, um beim obigen Beispiel zu bleiben, schon den Bestand eines Materials abfragen kann, bietet es sich an, auch gleich eine Bestellanforderung auslösen zu können. Natürlich heißt Integration, daß dabei die Regeln normaler Geschäftsprozesse eingehalten werden müssen, etwa die Einbeziehung des Einkaufes und natürlich auch die Berechtigungsprüfung. Dabei wird klar, daß dies nur über die Integration der prozessführenden Software, z.B. einem SAP R/3 System, in die Intranetlösung gelingen kann. Eine parallele Nachbildung existierender Prozesse im Intranet würde sich zu einem Faß ohne Boden entwickeln, die Sicherheit und Konsistenz der Prozesse wäre gefährdet. Zumal man die Fähigkeit heutiger Intranetentwicklungsumgebungen, sichere Geschäftstransaktionen zu handeln, nicht überschätzen sollte. Andererseits kann das Intranet auch die Integration von systemübergreifenden Prozessen leisten. Denn der verbindende Charakter braucht sich nicht auf das Frontend zu beschränken, sondern kann auch im Backend genutzt werden.

Die Frage, welche Inhalte nun überhaupt in ein Intranet gestellt werden, muß natürlich jedes Unternehmen für sich beantworten. Hier kann man nur Anhaltspunkte geben. Bereiche wie Controlling, Berichtswesen, Dokumentenverwaltung bieten sich als Ausgangspunkt in den

meisten Fällen an. Der Input muß auf jeden Fall aus dem Tagesgeschäft der Fachabteilungen kommen. Überläßt man die Definition der EDV Abteilung, endet man leicht in einem System, das eine reine Technologiestudie ohne großen Inhalt wird.

Intranet-Technik

Eigentlich ist der Begriff „Intranet“ von seiner Definition her schon sehr technisch geprägt. Denn ein Intranet ist nichts weiter als die Anwendung von Techniken des Internets in einem unternehmensinternen Netzwerk zur Schaffung eines unternehmensweiten Informationsraumes (im Gegensatz zum weltweiten Informationsraum Internet). Das Potential dieser Technologie war schnell erkennbar, die Skalierbarkeit durch das Vorbild Internet bewiesen. Bestimmte ungelöste Probleme des Internets (z. B. die mangelnde Standardisierung von allem, was über das reine Abrufen von passiven Dokumenten hinausgeht) wird im Intranet allerdings noch viel offensichtlicher und stellt die Frage nach der richtigen Basis. Die aus dem Internet stammende Technik (z. B. die sogenannten CGI Scripte) stößt bei der Unternehmens-EDV eher auf Entsetzen als auf Begeisterung, da diese auf hohe Produktivität und guten Support und leichte Erlernbarkeit angewiesen sind.

Die Hersteller von diverser Software, die in Unternehmen eingesetzt wird, angefangen beim Office Paket über 4GL Tools, Groupware Lösungen, Reporting oder OLAP Systeme bis hin zu den betriebswirtschaftlichen Komplettlösungen wie SAP R/3, nutzen die Gunst der Stunde, ihre Anwendungssoftware um HTML und Internetfähigkeiten zu erweitern. Ebenso erweitern Hersteller von Internet Systemsoftware, wie etwa Netscape, ihre Pakete um Funktionen aus dem Anwendungsbereich. Selbst Betriebssysteme mutieren auf einmal vom File zum Intranetserver. Die Hoffnung dahinter ist klar: Jeder hofft, daß seine Software zum Basisbaustein eines Intranets wird, sich quasi zum Nabel der unternehmensweiten Informationswelt entwickelt. Um als Antrieb für das Intranet zu dienen, macht dies bei Betriebssystemen oder systemnahen Produkten Sinn. Bei den mehr auf Anwendungsebene operierenden Systemen ist dieser Ansatz fragwürdig, denn die Verlagerung des Zentrums in ein „Legacy System“ verstößt gegen den Integrationsgedanken. Man kann einwenden, die Hyperstrukturen von HTML und die Möglichkeit damit von einem Server zum nächsten zu springen, erlauben auch eine problemlose Koexistenz verschiedener spezialisierter Serversysteme. Das stimmt zu gewissen Teilen auch, doch sollte man immer die eingeschränkten Möglichkeiten des Standards HTML vor Augen haben.

Neben der Integration auf HTML Ebene (die es immer geben sollte) ist es wichtig, die Ebene darunter, den Intranetserver selbst, als Integrator zu verwenden. Hier kommen sogenannte „Middleware“ Systeme und Object Request Broker wie CORBA oder Microsofts DCOM ins Spiel. Spezielle Objekte, die etwa den Zugriff auf ein SAP R/3 System, einen SQL Server oder ein Prozessleitsystem inklusive der zugehörigen Prozeßsteuerungen (SPS) ermöglichen, helfen dem Server beim Zusammenstellen der Information aus verschiedenen Systemen. Die Integration ist auf eine „neutrale Instanz“ verlagert, die Gestaltung der Webanwendung geschieht mit Werkzeugen, die auf diesen Anwendungsfall optimiert sind, und nicht durch Vergewaltigung von Software, deren Einsatzzweck ursprünglich ein ganz anderer war. Trotzdem können die Stärken der Anwendungssysteme weiter genutzt werden, da Aufgaben aus ihrem Bereich an sie delegiert werden.

5. Die Realisierung von „Internet Enabled Manufacturing“

200

– OLE als Grundlage für die Integration in der Fertigung

Seit der Einführung von MAP träumen Hersteller und Anwender von einer Interoperabilität und Plug & Play zwischen Echtzeit-Geräten und Fertigungsprogrammen.

1996 bildete eine Arbeitsgruppe mit den Mitgliedern Fisher-Rosemount Systems, Austin, Texas; Intellution; Rockwell Software, Milwaukee; Opto 22, Temecula, Kalifornien und Intuitive Technology, Marlboro, Massachusetts, die „OPC-Sonderkommission“ zum Entwurf einer Spezifikation für die Erweiterung von OLE, um Plug & Play zwischen Produktionsmaschinen und Softwareprogrammen zu ermöglichen.

Die OLE-Technologie bot die grundlegenden Werkzeuge, definierte aber nicht, wie diese für die Fertigungssteuerung eingesetzt werden sollten. Um dies zu standardisieren, wurden die ursprünglichen Arbeiten in die OPC Foundation, einer neu gegründeten, gemeinnützigen Vereinigung mehrerer Hersteller, die die Arbeit der Sonderkommission weiterführen soll, transferiert. Als ein Ergebnis wurde die OPC-Spezifikation für Fertigungssteuerung und -automatisierung veröffentlicht. Sie bietet eine Reihe OLE/COM-basierter Standardschnittstellen und angepaßter Schnittstellen, die den Datenfluß von Geräten zu PLCs und für die Produktionsverwaltung ermöglichen.

Die OPC Foundation ist nun für die weitere Entwicklung der Spezifikation verantwortlich. Ziel der Organisation ist die Bewahrung und die Erweiterung der Spezifikation, auch unter Berücksichtigung der Funktionen auf höherer Ebene, wie etwa Sicherheit, Alarmmeldungen und Zugriff auf archivierte Daten („historical data“).

Bei der Konzeption dieser OPC-Spezifikation (OLE for Process Control) war die von OLE (Object Linking and Embedding) und COM (Component Object Model) bereitgestellte Infrastruktur von großem Nutzen. Bei der Implementierung OPC-basierter Lösungen braucht wegen der „eingebauten“ Technologie zur Objektverwaltung und verteilten Kommunikation weniger Code geschrieben, getestet und verwaltet zu werden.

OLE ermöglicht Anwendungen und Daten die Interaktion über Standardschnittstellen. COM gibt Benutzern, vereinfacht ausgedrückt, die Möglichkeit, eine Auswahl aus einer Reihe von austauschbaren Softwarekomponenten zu treffen und diese miteinander zu verbinden. Bislang gab es aufgrund des fehlenden Standards keine einfache Möglichkeit der Verbindung von Prozeßsteuerung, anderen Produktionsanwendungen und den entsprechenden Echtzeit-Geräten, einschließlich PLCs.

Prozeßunterstützende Informationstechnologie von Microsoft

Trotz der in den vergangenen Jahren deutlich verbesserten Leistungsfähigkeit der IT-Systeme scheinen die Bedürfnisse der Anwender nach wie vor nur unbefriedigend unterstützt zu werden. Die Lösungen der DV-Experten sind oftmals vorschnell auf die Abbildung bestehender Strukturen bedacht.

„Die Automatisierung bestehender Prozesse mit Hilfe der Informationstechnologie ähnelt dem Versuch, einen Trampelpfad zu asphaltieren. Die Automatisierung birgt die Gefahr, die falschen Dinge effizienter zu erledigen.“ (Hammer/Champy 1994)

Dies bedeutet, daß vor einer Umsetzung informationstechnischer Anforderungen eine Identifizierung und Optimierung der damit zusammenhängenden Geschäftsprozesse erfol-

SQL Server	Ein relationales Datenbanksystem, das das Verwalten strukturierter Datenbestände, die die meisten Unternehmensanwendungen umfassen. SQL Server ist von den meisten führenden Dokumentensystemanbietern zertifiziert und wird von ihnen zur Verwaltung wichtiger Systeminformationen und Dokument-Metadaten verwendet.
Exchange Server	Ein Messaging- und Groupware-System für Unternehmen, das E-Mail, Terminplanung und elektronische Formulare mit Funktionen für die Zusammenarbeit kombiniert. Exchange Server ist die primäre Betriebsumgebung für MAPI-WF. Workflow-Produkte, die auf einer proprietären Routing- und Workflow-Management-Technologie basieren, werden in zunehmendem Maße auf MAPI-WF ausgerichtet, wodurch Benutzer ihre Investitionen in die Messaging-Infrastruktur nutzen können.
SNA Server	Ein Kommunikationsdienst und Gateway für den Zugriff auf Unternehmensdaten, die sich auf Mainframe- oder AS/400-Systemen befinden. SNA Server können zusammen mit Dokumentensystemen für die "Dokumentunterstützung" von Legacy-Anwendungen verwendet werden.
System Management Server	Ein Programm zur Verwaltung von Softwaresystemen und Anwendungen, das die automatisierte Installation, Inventur und Remote-Verwaltung verteilter Anwendungen ermöglicht. Systems Management Server ist Teil eines integrierten Pakets aus Verwaltungsprogrammen, die zur Verbesserung der Verwaltung von Dokumentensystemen im Unternehmen entwickelt wurden.
Internet Information Server (IIS)	Ein Web-Kommunikationsserver, der die Publikation, Verwaltung und Administration von Internet- oder Intranet-Anwendungen ermöglicht. Vor allem Anbieter von Transaktions-Workflow- und Dokumentenverwaltungsprodukten setzen IIS ein, um Web-Unterstützung für ihre Produkte bereitzustellen und dadurch eine Verwendung an entfernten Standorten, den Zugriff auf Dokumentablagen per Browser sowie Dienste zur Inhaltsverwaltung für Webseiten zu ermöglichen.

Tabelle 1: Produkte, die gemeinsame Modelle für Bedienung und Verwaltung aufweisen

gen sollte. Meist konzentrierte sich dabei die Informationstechnologie (IT) auf die Automatisierung der strukturierten Datenverarbeitung. Unter „strukturierten Daten“ sind jene Daten gemeint, die in Tabellenform in bestehenden Legacy-Systemen, Client/Server-Transaktionssystemen oder anderen Datenbankanwendungen im Unternehmen verwaltet und gespeichert werden.

Zunehmend müssen auch „unstrukturierte Daten“ in Form von Informationen auf der Grundlage von Dokumenten mit zunehmender Komplexität beachtet und integriert werden. Es kann davon ausgegangen werden, daß elektronische oder in gedruckter Form vorliegende Geschäftsdokumente mehr als 90 % der strategischen Informationsgrundlage darstellen.

in vielen Fällen können diese Informationen erst mit der Einführung von Systemen für Imaging, Dokumentenverwaltung, Workflow und anderen digitalen Dokumentensystemen in adäquater Form genutzt werden.

202

Die Strategie von Microsoft beruht darauf, eine IT-Infrastruktur für die nächste Generation von Systemen anzubieten, die sowohl „Geschäftsfunktionalität“ aufweisen als auch „informationsübergreifend“ sein werden. Dabei handelt es sich um eine föderierte Konzeption mit Systemen, die die Fähigkeit der raschen Anpassung von Technologie bei veränderten Geschäftsbedürfnissen maximieren und dies bei einer beliebigen Kombination von strukturierten oder unstrukturierten Daten realisieren können.

Nachfolgend wird beschrieben, wie die Infrastruktur der Microsoft-Technologien eine vollständige und föderierte Systemarchitektur zur Verfügung stellt. Trotz aller Vorteile der einzelnen Dienste ist es die Summe dieser Dienste und die vereinheitlichte Form der Systemarchitektur, die den größten Vorteil von allen darstellt. Aufgrund der Vielzahl unterstützter Hardwareprodukte haben Organisationen eine größere Auswahl und gehen ein geringeres Risiko bei der Auswahl der entsprechenden Hardware für gegenwärtige und zukünftige Geschäftsanforderungen ein. Dasselbe gilt für die Auswahl der Softwareprodukte, die unmittelbar auf der NT-Plattform ausgeführt werden können.

Microsoft BackOffice:

Auch wenn der Windows NT Server an sich bereits eine funktionierende Grundlage für den Computereinsatz in Unternehmen darstellt, gewinnt er durch Kombination mit den integrierten Anwendungsdiensten der BackOffice-Familie noch weiter an Bedeutung. Microsoft BackOffice stellt die funktionellen Erweiterungen zur NT Server-Umgebung in den Bereichen des Datenbankmanagements, Systemmanagements und der Internet-Dienste bereit. Diese Funktionen werden durch einzelne, nachfolgend aufgeführte, Produkte bereitgestellt, die unabhängig voneinander ausgeführt werden können, jedoch gemeinsame Modelle für die Bedienung und Verwaltung aufweisen.

Messaging-Dienste zum Erstellen von Workflows

Mit dem Einsatz von MAPI-Nachrichten zur Einkapselung von Workflow-Definitionen und dem Austausch von Parametern zwischen Standorten haben Anbieter die Infrastruktur von Exchange im wesentlichen als Backbone für die Interoperabilität genutzt. In letzter Zeit verwenden Anbieter die Funktionen von Microsoft Exchange Server zur Anbindung an das Internet, um verteilte Workflows zwischen unterschiedlichen Unternehmensstandorten zu verarbeiten. Diese Verwendung der Internet-Standardprotokolle ist Teil einer zunehmenden Tendenz, Dokumentenverwaltung- und Workflow-Lösungen für das Web zu erstellen, die über unternehmenseigene Intranets ausgeführt werden.

Von den relativ bescheidenen Anfängen entwickelte sich Exchange hin zu einem allgemeineren Ansatz für Workflow-Funktionalität und Interoperabilität. Durch das MAPI-Workflow-Framework (MAPI-WF) wurde ein Rahmen für Workflow-Systeme für den Austausch von Informationen über Workflow-Regeln, -Status und Ablaufsteuerung mit Hilfe von MAPI-Messaging-Diensten definiert.

Die wichtigsten von MAPI-WF bereitgestellten Workflow-Dienste sind:

- **Einkapselung von Arbeitseinheiten:**

Arbeitseinheiten innerhalb von MAPI-WF werden als MAPI-Nachrichten mit definierten Nachrichtenklassen, Eigenschaften und Anlagen für die Beschreibung von Inhalt, Regeln und Dispositionsanforderungen der Einheiten festgelegt. Es sind keine neuen MAPI-Funktionen zur Unterstützung von Arbeitseinheiten erforderlich, da MAPI bereits ein erweiterbares Modell für die Definition von Nachrichteneigenschaften, Vorlagen und Behandlungsroutinen definiert. Nachrichtenklassen und -eigenschaften werden zur Differenzierung zwischen Arbeitseinheitstypen verwendet, während Nachrichtenbehandlungsroutinen zum Aufrufen von Viewern und anderen Programmen, die für die Art der zu verarbeitenden Arbeiten geeignet sind, eingesetzt werden.

- **Workflow-Warteschlangen:**

Workflow-Speicherorte oder „Warteschlangen“ werden als öffentliche Ordner angelegt, die zu verarbeitende Arbeitseinheiten enthalten. Benutzer „entnehmen“ Arbeit aus diesen Ordnern und leiten die Arbeit nach dem Beenden die nächste verarbeitende Warteschlange weiter. Durch MAPI-WF können diese Warteschlangen gemeinsam genutzt werden, und Arbeitseinheiten werden nach Eigenschaften und Filterfunktionen sortiert, um die Ausgabe von Arbeiten an bestimmte Benutzer zu erleichtern. Die Zugriffsrechte werden ebenfalls auf der Ordner Ebene festgelegt, und kundenspezifische Ansichten können auf der Grundlage von Filter-, Sortierungs- und Gruppierungskriterien definiert werden.

- **Workflow-Protokollierung:**

MAPI-WF erweitert die MAPI-Standardbenachrichtigungen bei Auslieferung und erfolgtem Lesen von Nachrichten und bietet verbesserte Funktionen zur Workflow-Protokollierung, damit Arbeitseinheiten an jeder beliebigen Stelle im Prozeß gefunden werden können. Darunter fällt auch das Protokollieren umverteilter Arbeitseinheiten und Benachrichtigen mehrerer Benutzer bei Erhalt und Abschluß der Arbeit. Spezielle Protokollierungen und Benachrichtigungen, die unterstützt werden, sind: Delegiert, zur Kenntnis genommen, Fortgesetzt und Unterbrochen. MAPI-WF ermöglicht darüber hinaus das Senden von Benachrichtigungen an spezielle Postfächer, wodurch die Protokollierung entsprechend der tatsächlich ausgeführten Arbeit möglich ist.

- **Workflow-Routing:**

MAPI-WF definiert eine Reihe von Routing-Elementen, die im Rahmen von einfachen oder komplexen Informationsflüssen mit Arbeitseinheiten verbunden werden können. Diese Routing-Elemente beschreiben, wie Arbeitseinheiten im Workflow-Prozeß von Knoten zu Knoten wandern sowie die Bedingungen, die diese Route festlegen. Das Routing-Modell unterstützt das sequentielle, parallele, gemeinsame oder bedingte Routing sowie das Delegieren und Weiterleiten von Arbeit. MAPI-WF stellt zudem die Definition

von Routing-Plänen, die in Ordnern erstellt und publiziert werden, bereit. Dadurch wird die Einleitung eines Workflow-Prozesses durch Benutzer einfach durch Weiterleiten der Nachrichten an diese Ordner ermöglicht.

Abgesehen von diesen oben genannten Workflow-Diensten definiert MAPI-WF ein Command Message Interface, das aus benutzerdefinierten Nachrichtenklassen und -eigenschaften besteht. Durch Nachrichteninteraktion kann ein Workflow-Prozeß von externen Quellen gestartet, gestoppt, unterbrochen und wiederaufgenommen sowie auf Prozeßzustandsinformationen abgefragt werden.

Die Konzeption sieht vor, aus der Exchange-Infrastruktur eine Zentrale für den Unternehmens-Workflow zu machen. Diese Workflow-Zentrale bildet eine vollständige Entwicklungsplattform für die Definition von Workflow-Prozessen sowie eine Umgebung, die eine aktive Benutzerbeteiligung zuläßt. Sie umfaßt Funktionen zur Verarbeitung von Regeln, Auflösung von Rollen, Protokollierung der Produktivität sowie Möglichkeiten zur Implementierung benutzerdefinierter Prozesse über Skripte auf Client- oder Serverseite.

Internet Information Server

Die rasche Entwicklung der Internet-Infrastrukturen und Produkte mit Browser-Schnittstellen haben die Unternehmensstrategien für die Entwicklung neuer Anwendungen radikal verändert. Webtechnologien beeinflussen beinahe alle Aspekte der Architektur von Informationssystemen. Wichtiger noch als die Auswirkungen auf die Systemarchitekturen ist vielleicht, daß das Internet-Computing die Ausbreitung von netzwerkbasierten digitalen Inhalten vorantreibt, die Text, Dokumente, Multimedia-Dateien und andere komplexe Objekttypen einschließen.

Angesichts der zunehmenden Bedeutung des Internet-Computings wurde von Microsoft der Internet Information Server (IIS) entwickelt, der als leistungsfähiger Dienst für Web-Anwendungen das Erstellen, Verwalten und Pflegen von Geschäftslösungen im Web ermöglicht. Durch die vollständige Integration mit Windows NT Server erweitert IIS jedes der BackOffice-Produkte so, daß die Bereitstellung der Dienste in Web-Umgebungen möglich wird. Zu den Hauptfunktionen von IIS gehören:

- Enge Integration mit dem Betriebssystem NT Server zur Bereitstellung leistungsstarker Web-Dienste für transaktionsintensive Anwendungen.
- Unterstützung des direkten Datenbankzugriffs für SQL Server sowie ODBC-Zugriff auf andere Datenbanken im Unternehmen.
- Integrierende Entwicklungsumgebung mit Visual Studio einschließlich der Unterstützung aller bekannten Programmier- und Skriptsprachen wie Visual Basic, VBScript, Java, JavaScript und C++.
- Kompatibilität mit allen Standard-Web-Browsern, einschließlich Netscape Navigator und Microsoft Internet Explorer.

Alle IIS-Dienste basieren auf öffentlichen Internet-Standards und bieten Unternehmen dadurch eine größere Flexibilität bei vermindertem Risiko, wenn sie Internet-, Intranet-

oder Extranet-Lösungen einsetzen. Dazu können Lösungen für das Publizieren von Unternehmensinformationen für den internen oder externen Gebrauch, die Verwendung von Web-Technologien zur Integration vorhandener Informationssysteme oder das Erstellen neuer Anwendungen zur Zusammenarbeit und Transaktionsverarbeitung gehören.

Da dank Internet-Standards in zunehmendem Maße Bedenken über Systemarchitekturen und Inkompatibilitäten abgebaut werden, lenken Unternehmen ihre Aufmerksamkeit nun darauf, wie Web-Lösungen Informationen im gesamten Unternehmen sinnvoll nutzbar machen können. Da Web-Inhalte in Form von „Seiten“ mit Informationen den Benutzern zur Verfügung gestellt werden, haben diese keine Schwierigkeiten damit, dieselbe Technologie für den Zugriff auf Dokumente und Abfrage von Dokumenten oder zur Ausführung von Geschäftstransaktionen zu nutzen.

Der IIS entwickelte sich rasch zum De facto-Standard für Informationssysteme auf Basis von Web-Servern, da eine:

- Enge Integration mit dem Betriebssystem NT vorhanden ist und dadurch der direkte Zugriff auf Dateisysteminformationen möglich wird.
- Integrierte Unterstützung von SQL Servern und anderen Datenbanksystemen, die die Grundlage für die meisten Dokument- und Workflow-Anwendungsserver darstellen.
- Unterstützung mehrerer Programmierumgebungen, durch die Entwickler maximale Flexibilität beim Erstellen web-basierter Lösungen mit Hilfe von ihnen bekannten Tools erhalten.
- Kombination mit einer Reihe von komplementären Anwendungsdiensten in den BackOffice-Produkten, durch die eine bessere Integration und Interoperabilität ihrer Produkte mit anderen Geschäftssystemen unterstützt wird.

Zusätzlich zu stabilen Diensten zur Web-Kommunikation stellt der IIS einen Internet-Host für die gesamte ActiveX-Architektur von Microsoft bereit.

Die ActiveX-Architektur

Die ActiveX-Architektur von Microsoft legt eine Gruppe von Objekttechnologien und Schnittstellenstandards fest, die die Grundlage für die Zusammenarbeit verschiedener Softwarekomponenten bilden und die Art und Weise beschreiben, wie die Zusammensetzung erfolgt, um Client/Server- oder Internet-Lösungen für ein Unternehmen zu realisieren. Die Basis der ActiveX-Architektur ist das Component Object Model (COM). Dabei handelt es sich um ein Programmiermodell auf Systemebene, das die Zusammenarbeit von Komponenten verschiedener Hersteller und über unterschiedliche Betriebssysteme hinweg unterstützt. DCOM (Distributed COM) bietet diese Funktionsmerkmale auch über ein Netzwerk und erlaubt so die Automatisierung auch zwischen Objekten auf Computern an verschiedenen Standorten. Dabei verwendet DCOM für die Kommunikation der Objekte untereinander die standardisierten Mechanismen der Remote-Prozeduraufrufe (RPC) und erlaubt dem Benutzer, Komponenten selbst auf global verteilten Netzwerken zu verwenden und auszuführen.

200

ActiveX nutzt dazu die einheitliche Systemarchitektur von Windows NT und bildet so eine Entwicklungsumgebung mit folgenden Vorteilen:

- ActiveX vereinfacht die vollständige Integration der Software-Lösungen verschiedener Hersteller durch Standardisierung der Mechanismen für die Kommunikation und Zusammenarbeit auf Komponentenebene.
- ActiveX erlaubt eine schnellere Fertigstellung individueller Geschäftslösungen und schützt zudem langfristig die getätigten Investitionen durch die Wiederverwendung einzelner Komponenten für andere Anwendungen im Unternehmen.
- ActiveX bietet eine hohe Flexibilität bei der Auswahl verfügbarer Komponenten.

Die ActiveX-Architektur bietet ein einheitliches, erweiterbares Objektmodell und eine konsistente Programmierschnittstelle für die gesamte Microsoft-Produktfamilie. Diese Konsistenz und der Entwicklungsvorsprung machen ActiveX zu einem wesentlichen Bestandteil der Infrastruktur von Microsoft. Eine der Kernstrategien ist die Erweiterung der ActiveX-Architektur zu einer Plattform, die für jegliche Interoperabilitäts- und Einsatzanforderungen geeignet ist, sowohl über das Internet als auch innerhalb von konventionellen Unternehmensnetzen. Die Active-Plattform stellt die Client-, Server- und Middleware-Komponenten zur Verfügung, die dazu notwendig sind und bietet Entwicklern die notwendige Flexibilität, um die sich ständig weiterentwickelnde Infrastruktur optimal zu nutzen. Die Active-Plattform basiert vollständig auf den oben beschriebenen Technologien ActiveX und COM und enthält die folgenden wesentlichen Komponenten:

- ActiveX-Steuerelemente: Eigene Softwarekomponenten, die entweder in einer Desktop-Anwendung oder innerhalb einer interaktiven Web-Seite eingesetzt werden können. ActiveX-Steuerelemente können mit Hilfe einer Vielzahl von Entwicklungswerkzeugen wie Visual Studio, Visual Basic, Visual C++ und Java erstellt werden.
- Active-Dokumente: Ein Container für Dokumentobjekte, der es ermöglicht, Dokumente in Desktop-Anwendungen oder Web-Browsern darzustellen, ohne daß die eigentliche Anwendung geöffnet ist.
- Active Scripting: Ermöglicht Scripting auf Client- oder Server-Seite zum Durchführen von benutzerdefinierten Aktionen oder Ändern des Verhaltens von ActiveX-Steuerelementen oder Java-Applets, die resident sein können. Die Active-Plattform unterstützt die meisten Skriptsprachen, einschließlich VBScript und JavaScript.
- Active-Server-Rahmen: Kombiniert DCOM mit grundlegenden Funktionen von Windows NT Server und IIS sowie Transaktions-, Datenbank- und Verzeichnisdiensten, um eine vollständige Infrastruktur für die Bereitstellung von Unternehmensanwendungen im Internet und in Unternehmensnetzwerken zu ermöglichen.

Von der Funktion zur ActiveX-Control

207

Um bei der Programmierung von Anwendungen Zeit zu sparen, wurde in der Programmierung seit Beginn Wert auf Wiederverwendbarkeit gelegt. Zunächst wurden Funktionen verwendet, die in einem Programm mehrmals aufgerufen werden konnten. Dann wurden mehrere Funktionen in einer Datei zusammengefaßt. Diese sog. Bibliotheken werden bereits vorkompiliert. Dies hat den Vorteil, daß der Quellcode unsichtbar bleibt und spart zudem Kompilierungszeit. Bei der Erstellung der Anwendung bindet der ‚Compiler‘ dann nur die Funktionen aus der Bibliothek ein, die auch benötigt werden. Diese Methode optimiert die Größe der Anwendung auf ein Minimum, ist jedoch für den Programmierer sehr unübersichtlich, da ihm der Aufruf jeder noch so kleinen Funktion samt aller notwendigen Parameter bekannt sein muß.

In der heutigen Zeit sind die Preise für Speicherkapazität sehr gesunken, und so ist man von diesem Konzept abgewichen. Es werden fertige kleine Anwendungen, sogenannte Components, mit allen dafür notwendigen Funktionen erstellt. Diese enthalten evtl. zwar mehr Funktionalität als für den Einzelfall erforderlich, können dadurch aber auf breiter Basis eingesetzt werden. Um diese Minianwendungen zu nutzen, werden eine Reihe von Standard-Schnittstellen verwendet, mit denen die Minianwendungen mit der Außenwelt kommunizieren. Über diese Schnittstellen werden auch Anzahl und Format von Parametern für den Programmierer sichtbar. So sind die Components auch von ungeübten Entwicklern einfach zu einer komplexen Anwendung kombinierbar.

Microsoft hat dieses Konzept erstmals im OLE-Modell verwirklicht. OLE steht für Object Link and Embeeding und heißt soviel wie: Objekte mit einer Anwendung zu verknüpfen und diese in eine andere Anwendung einzubetten. OLE war jedoch auf den lokalen Rechner beschränkt. Es konnten nur OLE-Objekte von meist großen Anwendungen benutzt werden, die auf dem eigenen Rechner auch installiert waren. Kleine selbst lauffähige OLE-Objekte waren nicht vorhanden.

Als das World Wide Web für den Datenaustausch immer populärer wurde, und die Rufe nach Interaktion in den Webseiten immer lauter wurden, entsann man sich der OLE-Technologie und fügte die noch fehlenden Fähigkeiten für die Verwendung im Internet hinzu. Hier entstanden die ActiveX-Controls.

Schnittstellen

Die ActiveX-Controls stellen kleine Anwendungen dar. Aber es stellt sich die Frage, wie die Möglichkeiten der Control genutzt werden können. Dazu muß die Anwendung, die das Control benutzen soll, eine sogenannte Containeranwendung, eine Reihe von Standard-schnittstellen unterstützen.

Die Containeranwendung stellt dem Control eine Reihe von Schnittstellen zur Verfügung, wie beispielsweise:

- Tastatureingaben und Mausaktionen werden dem Control zugänglich gemacht, damit auf diese reagiert werden kann.
- Ein vorgegebener Bildschirmbereich der Containeranwendung wird dem Control für seine Bildschirmausgaben zur Verfügung gestellt.

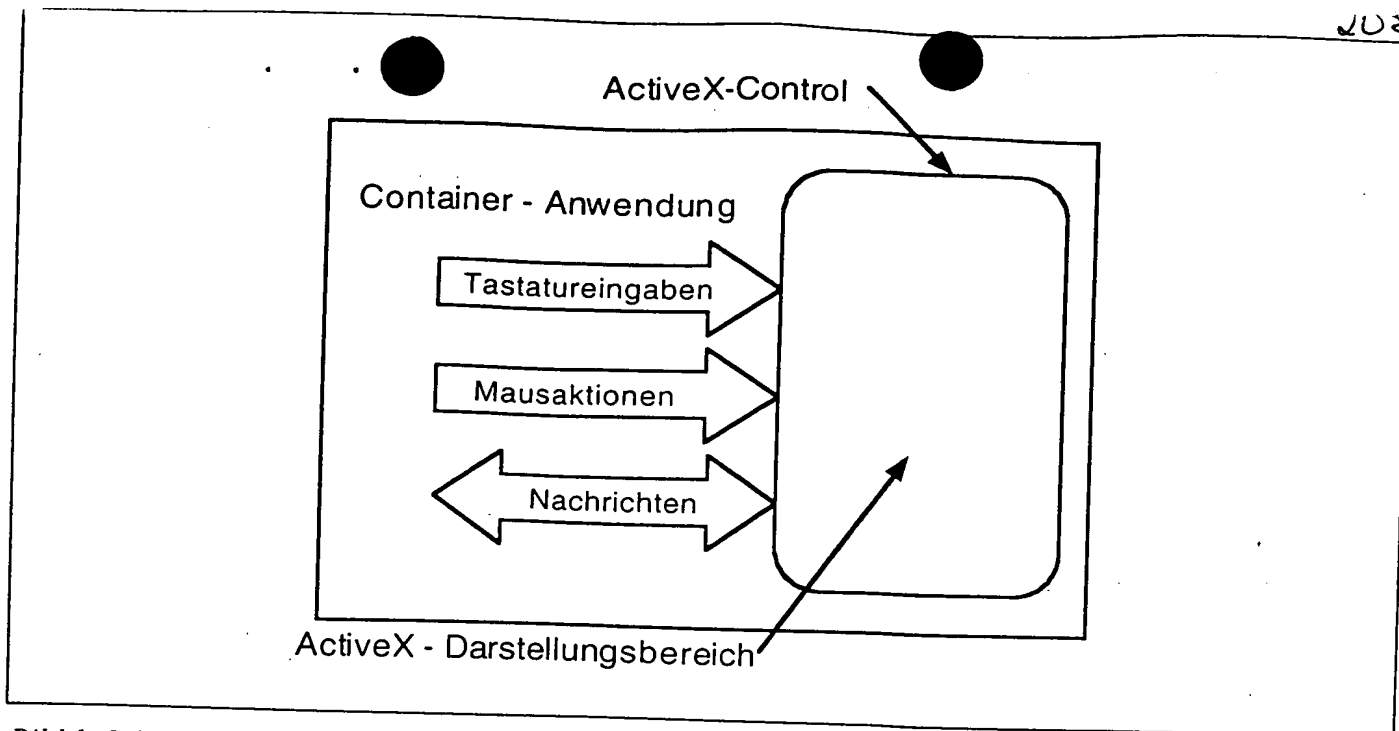


Bild 1: Schnittstellen der Containeranwendung

- Das Control wird in die „Nachrichtenschlange“ der Containeranwendung integriert, damit die Containeranwendung auf Aktionen der Controls reagieren kann. Dies wird in den Controls für „Events“ genutzt.

Bild 1 visualisiert eine solche Containeranwendung.

Um die Möglichkeiten der Controls nutzen zu können, stellt das Control der Containeranwendung über Standardschnittstellen Eigenschaften, Methoden und Events zur Verfügung :

Eigenschaften	Hiermit wird das Control parametrisierbar. Beispielsweise wird bei einem fiktiven FTP-Control über solche Eigenschaften ein Timeout oder ein Dateiname eingestellt. Ebenso kann eine Eigenschaft auch gelesen werden, um so den Zustand des Controls festzustellen.
Methoden	Hiermit werden Funktionen innerhalb des Controls aufgerufen, wie eine Unterfunktion in einer Programmiersprache. Es können Parameter übergeben werden, und die Funktion kann einen Rückgabewert liefern. Als Beispiel wieder das fiktive FTP-Control mit der fiktiven Funktion 'Download'; Als Parameter die URL der zu übertragenden Datei und als Rückgabewert die Anzahl der übertragenen Bytes.
Events	Mit Events ermöglicht es das Control der Containeranwendung auf bestimmte Ereignisse innerhalb des Controls zu reagieren. Tritt ein Event ein, so wird die Containeranwendung benachrichtigt und es kann ein entsprechender Programmcode für dieses Ereignis ausgeführt werden. Dies erspart eine ansonsten notwendige Abfrage einer Eigenschaft, die sowohl zeitraubend wie auch multitaskingfeindlich mittels einer 'Polling'-Abfrage programmiert werden müßte.

Tabelle 2: Eigenschaften, Methoden und Events

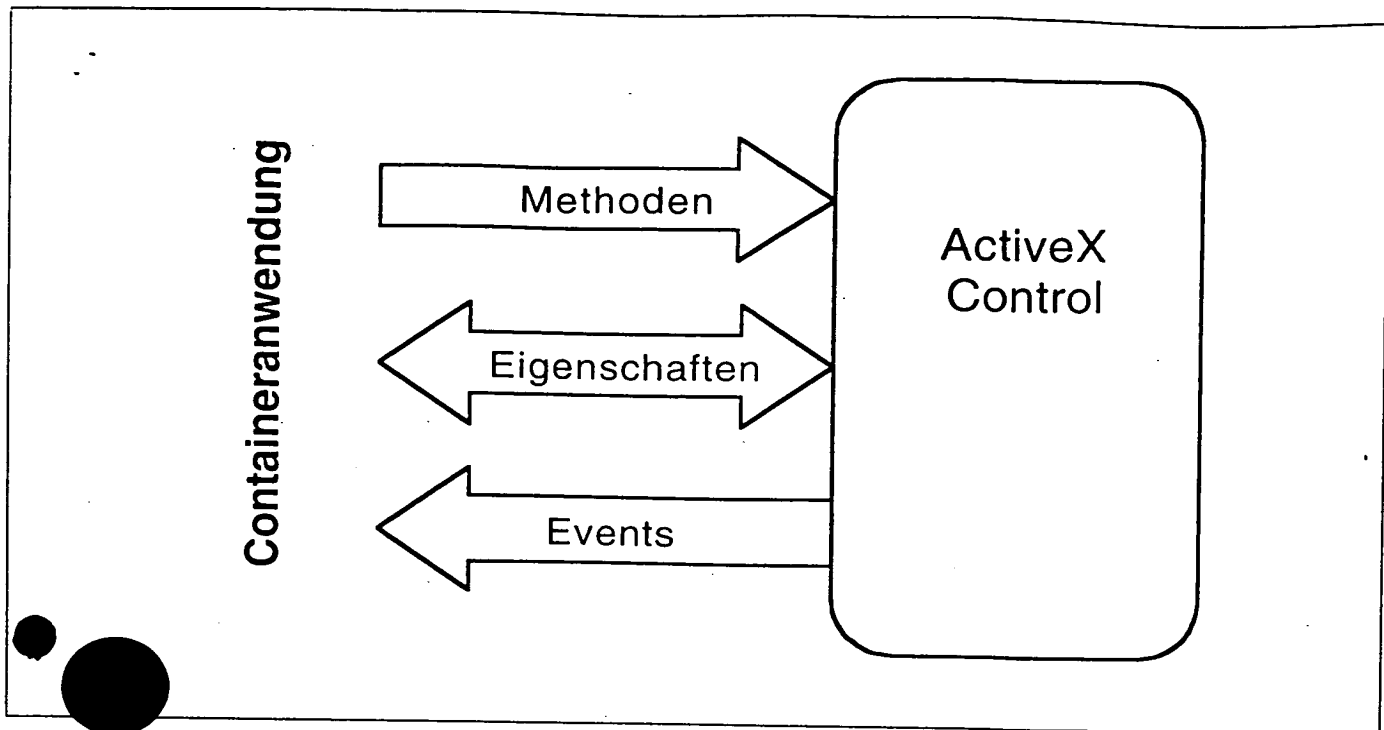


Bild 2: Standardschnittstellen eines ActiveX-Controls

Die Controls benutzen die OLE-Automation, um der Umgebung Methoden, Eigenschaften und Events zur Verfügung zu stellen.

Über diese können Scriptsprachen wie VBScript oder Javascript mit den Controls kommunizieren. Zusätzlich können die Controls auch in Programmierumgebungen wie z. B. Visual Basic, Borland Delphi oder Visual C++ eingebunden und verwendet werden.

Die OLE-Technologie sieht viele unterschiedliche Schnittstellen vor, von denen jedoch nur die wichtigsten in die ActiveX-Technologie übernommen wurden. Um den Erfordernissen des Internets gerecht zu werden, wurden jedoch zusätzlich zu den üblichen OLE-Funktionen Schnittstellen für Netzwerk- und Internetfunktionen implementiert.

Active Server Pages

Um die Interaktion mit dem Benutzer auf dem Client-Rechner zu ermöglichen, können die schon erwähnten Technologien ActiveX oder JAVA verwendet werden. Damit der Webserver auf die Aktionen des Benutzers entsprechend reagieren kann, hat man in der Vergangenheit vornehmlich Scriptsprachen wie CGI (Common Gateway Interface) oder Perl verwendet. Mit CGI werden auf dem Webserver Anwendungen gestartet. Daten verarbeitet und Ergebnisse als Textdateien dem Webserver übermittelt, welche dieser an den Client weitersendet. Bei vielen Scriptbenutzern kann der Webserver schnell an seine Speicher- und Rechenkapazität gelangen, da für jeden Benutzer unter Umständen eine separate Anwendung gestartet werden muß. Die Stärke der Scriptsprache Perl liegt vor allem in der Verarbeitung von Textdateien. Die Schwäche liegt darin, daß keine externen Programme zur schnelleren Abarbeitung gestartet werden können und Berechnungen nur in der langsamen Scriptsprache durchführbar sind.

Die ActiveServerPages Technologie verbindet die Vorteile beider Scriptsprachen und fügt noch einige Neuheiten hinzu.

- Die Programmiersprachen VisualBasic-Script und JAVA-Script stehen zur Verfügung, die eine reichhaltige Auswahl an integrierten Funktionen bieten.
- Externe Programme können aufgerufen werden, die, eingebunden in ActiveX-DLL, von mehreren Benutzern gleichzeitig verwendet werden können.
- Als Neuheit besteht die Möglichkeit, die Ausgaben direkt in vorhandene HTML-Seiten einzufügen, um so echte Interaktivität zu ermöglichen.

Ein gutes Beispiel für die Leistungsfähigkeit der ActiveServerPages-Technologie stellt die Anwendung „AdventureWorks“ dar, die eine Firma für Abenteuerbekleidung und Ausrüstung darstellen soll. Die Anwendung kann bei der Installation von ActiveServerPages zusätzlich installiert werden und basiert auf einer Datenbank. Änderungen in der Datenbank wie etwa an Preisen werden sofort in allen beteiligten Webseiten sichtbar, wodurch sich der Verwaltungsaufwand für den Webadministrator auf ein Minimum reduziert.

Die Active-Plattform von Microsoft ermöglicht die Entwicklung von „mehrstufigen“ Anwendungen, die sich aus miteinander kommunizierbaren Softwarekomponenten auf dem Client, dem Server oder auf einer beliebigen Anzahl von Middleware-Ebenen zusammensetzt.

OLE DB und RDS

Die OLE DB-Spezifikation unterstützt den komponentenbasierten Zugriff auf mehrere Datenquellen, die entweder einfache oder komplexe Datentypen enthalten.

Die Vorteile von OLE DB sind:

- Eine stabile Schnittstelle zum Offenlegen der Anwendungskomponenten und ermöglicht den Austausch von Dokument-, Ordner- und Workflow-Objekten.
- Verwendung zur Integration mit anderen Quellen für Unternehmensdaten, die über ODBC nicht verfügbar waren.
- Datenbankzugriffe auf Server im Intra/Internet mit OLE DB ohne Verwendung der bisher notwendigen Filesystemstruktur möglich.
- Der Zugriff wird direkt über das TCP/IP- bzw. HTTP-Protokoll mittels Marsgalling durchgeführt. Diese Übertragungstechnik, die verschlüsselte Datenpakete verwendet, wird auch für die sichere Übertragung von Daten im Bereich des Finanzwesens durchgeführt.

RDS (Remote Data Service)

Zur Übertragung von Daten von einem Web-Server zum Client-Rechner bedient man sich der bereits erwähnten ActiveServerPages-Technologie, da sich damit recht einfach Webanwendungen erstellen lassen, die hauptsächlich auf den Transport von Daten zum End-

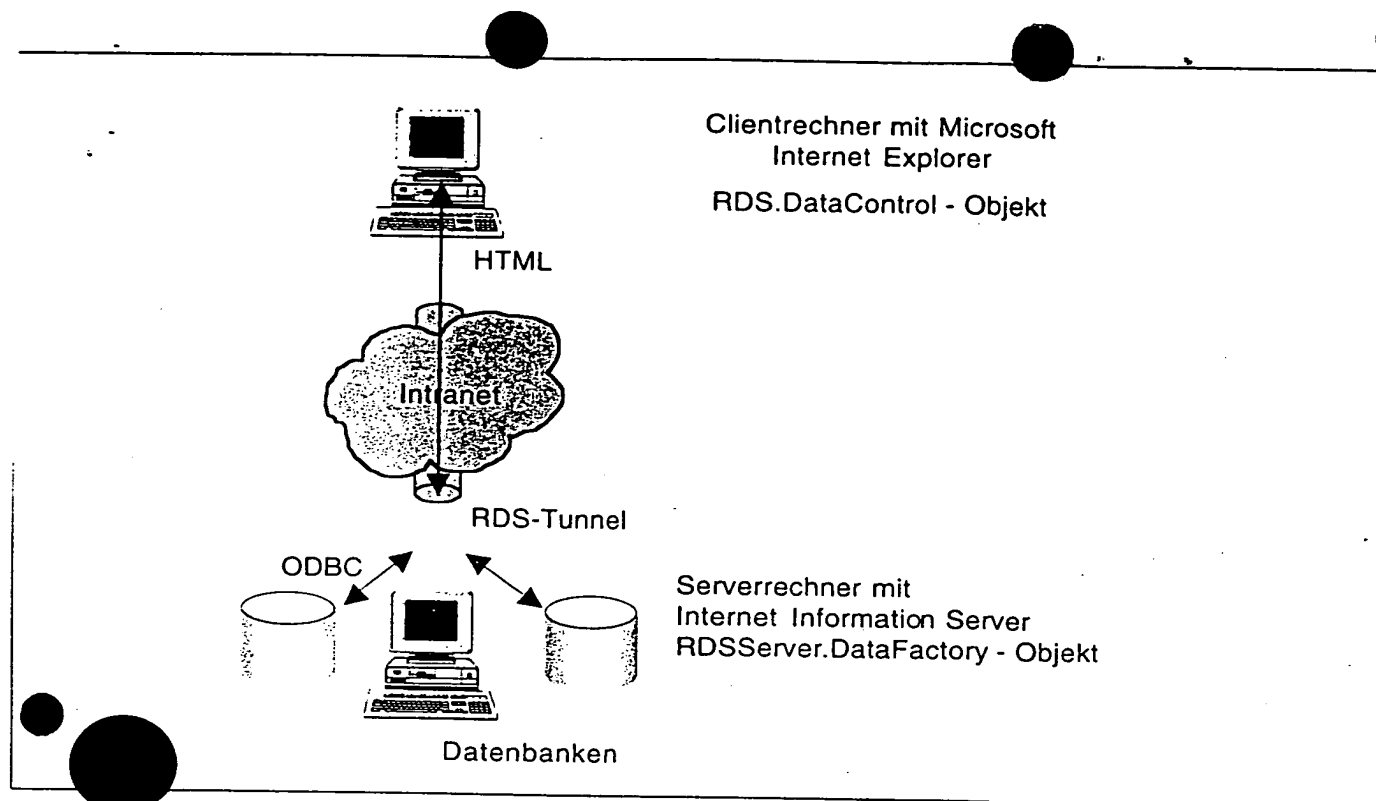


Bild 3: Datenaustausch mit RDS

benutzer ausgerichtet sind. Bei der Erstellung einer Datenbankanwendung, die den bidirektionalen Datenaustausch ermöglichen soll, stößt ActiveServerPages recht schnell an seine Grenzen. Die einzige Möglichkeit, um Benutzerdaten an den Server zu übertragen, stellt der Querystring dar, Parameter, die hinter einem HTTP-Aufruf einer Webseite übertragen werden und auf der Serverseite ausgewertet werden können.

Um einen bidirektionalen Datenaustausch zu ermöglichen, steht die RDS-Technologie zur Verfügung. Die früher als ADC (Advanced Data Connector) bezeichnete Technologie verwendet ein Tunnelprotokoll auf HTTP-Basis für den Datenaustausch. Um dies zu verkettigen, muß auf dem Server und dem Client-Rechner die jeweilige RDS-Komponente installiert sein.

Transaction Server

Unter Verwendung von DCOM als Grundlage und bei Nutzung der Windows NT Server-Connectivity sowie der Verzeichnis- und Sicherheitsdienste ermöglicht der Transaction Server die koordinierte Ausführung von Anwendungen, die über mehrere Server verteilt sind, bei vollständiger Transaktionskontrolle.

Eine Anwendung für das Abwickeln unternehmenskritischer Transaktionen muß garantieren, daß bei allen Einzeloperationen der Transaktion die Datenintegrität gewährleistet ist. Dies wird mit dem Akronym ACID beschrieben:

- **Atomic** – alle Einzeloperationen einer Transaktion müssen als Ganzes gelingen
- **Consistent** – die manipulierten Daten dürfen zu keinem Zeitpunkt inkonsistent sein

- **Isolated** – die Transaktion darf keine Seiteneffekte hervorrufen
- **Durable** – nach erfolgreichem Abschluß der Transaktion muß deren Resultat dauerhaft sein.

212

Hier bietet der Transaction Server die notwendigen Voraussetzungen, um die Schwachstellen der aktuellen asynchronen Middleware-Lösungen, basierend auf CGI, Java und dem HTTP-Protokoll, aufzulösen. In der Anfangsphase des Internets war das zustandlose Protokoll von HTTP völlig ausreichend, wobei jeder Datenaustausch zwischen dem Client und Server als abgeschlossene Aktion betrachtet wird. Mit den gestiegenen Anforderungen komplexer Transaktionsverarbeitung über mehrere zusammenhängende Aktionen hinweg, wurde ein zustandsorientiertes Protokoll notwendig.

Die sinnvolle Kombination dieser Technologien führt zur Verfügbarkeit von Systemen, die Geschäftsprozesse durch die Automatisierung von Informationsflüssen rationalisieren und die unstrukturierten Informationen im gesamten Unternehmen nutzbar machen. Die Hauptvorteile dieser Systeme sind:

- Bessere Entscheidungen durch eine zeitgerechte Verfügbarkeit aller relevanten Informationen.
- Höhere Produktivität und Effizienz für den Benutzer durch eine automatisierte Arbeitsübertragung.
- Reduzierte Zykluszeiten hinsichtlich Leistung und Ausführung von Geschäftstransaktionen.
- Kostenvermeidung durch Reduzierung der auf Papier basierenden Verarbeitung, Ablage und Recherche.
- Erweiterte Marktmöglichkeiten durch Bereitstellung neuer informationsgestützter Produkte und Dienstleistungen.

Durch die Verbindung von Benutzern mit den erforderlichen Geschäftsinformationen – unabhängig von Inhalt, Format oder Standort – werden Unternehmen entschlußkräftiger beim Ergreifen von Maßnahmen und flexibler beim Reagieren auf Marktbedingungen und Benutzerbedürfnisse. Da Dokumente mehr als 90 % der relevanten Informationsdatenbasis ausmachen, gibt es keine andere Technologie, die so sehr dazu geeignet ist, großen Unternehmenskunden profitable Geschäftsvorteile zu garantieren.

Abkürzungen

ASP	Active Server Pages
CGI	Common Gateway Interface
ADO	Active Data Objects
DAO	Data Access Objects
DLL	Dynamic Link Library
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
OLE	Object Linking and Embeeding
RDS	Remote Data Service

1. Die Basis: Der kollektive Informationsraum	112
2. Die Infrastruktur	115
3. Die Systemarchitektur	122
4. Navigation und Systemintegration	131
5. Systemintegration	135

Leitaussagen:

- Informationen können effizient verarbeitet werden, wenn es gelingt, eine optimale Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Kommunikation zu erreichen.
- Dezentrale Organisationen benötigen eine föderierte Infrastruktur.
- Middleware, 3-Schicht-Architekturen, Client-Server, Componentware und Internet-Technologien ermöglichen ein „digitales Nervensystem des Unternehmens“.
- Ein langfristiges Ziel der Unterstützung von föderierten Informationssystemen ist eine einheitliche Architektur aller greifbaren Objekte und den dazwischen ablaufenden Protokollen in einer offenen Umgebung.

1. Die Basis: Der kollektive Informationsraum

Informationen können effizient verarbeitet werden, wenn es gelingt, eine optimale Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Kommunikation zu erreichen. Hyper-Media-Engineering bedeutet einerseits die Bereitstellung von Informationen in multimedialer Form. Andererseits wird versucht,

- minimale Daten- und Benutzereingaben
- mit verfügbaren Systemverarbeitungsleistungen und
- für den Benutzer verständliche Darstellungsformen

möglichst effizient zu kombinieren.

Hyper-Media-Engineering geht dabei weit über grafische, ergonomisch gestaltete Benutzeroberflächen hinaus. Die Integration bestehender Systeme und ihre anwenderbezogenen Erweiterungen in einer einheitlichen Benutzerumgebung stellen primäre Forderungen an Hypermedia-Informationssysteme dar. Bild 1 verdeutlicht die Zusammenhänge und die Integrationsmöglichkeiten der Internet-Technologien.

Bild 2 sind die Integrationsfelder für die Menschen, die in dezentralen Strukturen arbeiten, dargestellt. Ausgehend von klar strukturierten Abläufen über Unterstützungsmöglichkeiten durch Workflow, der Erstellung und Nutzung gemeinsamer Daten und Dokumente bis hin zur Ad hoc-Unterstützung der Teamkommunikation erstreckt sich ein weites Feld zu integrierender Funktionen und Systeme.

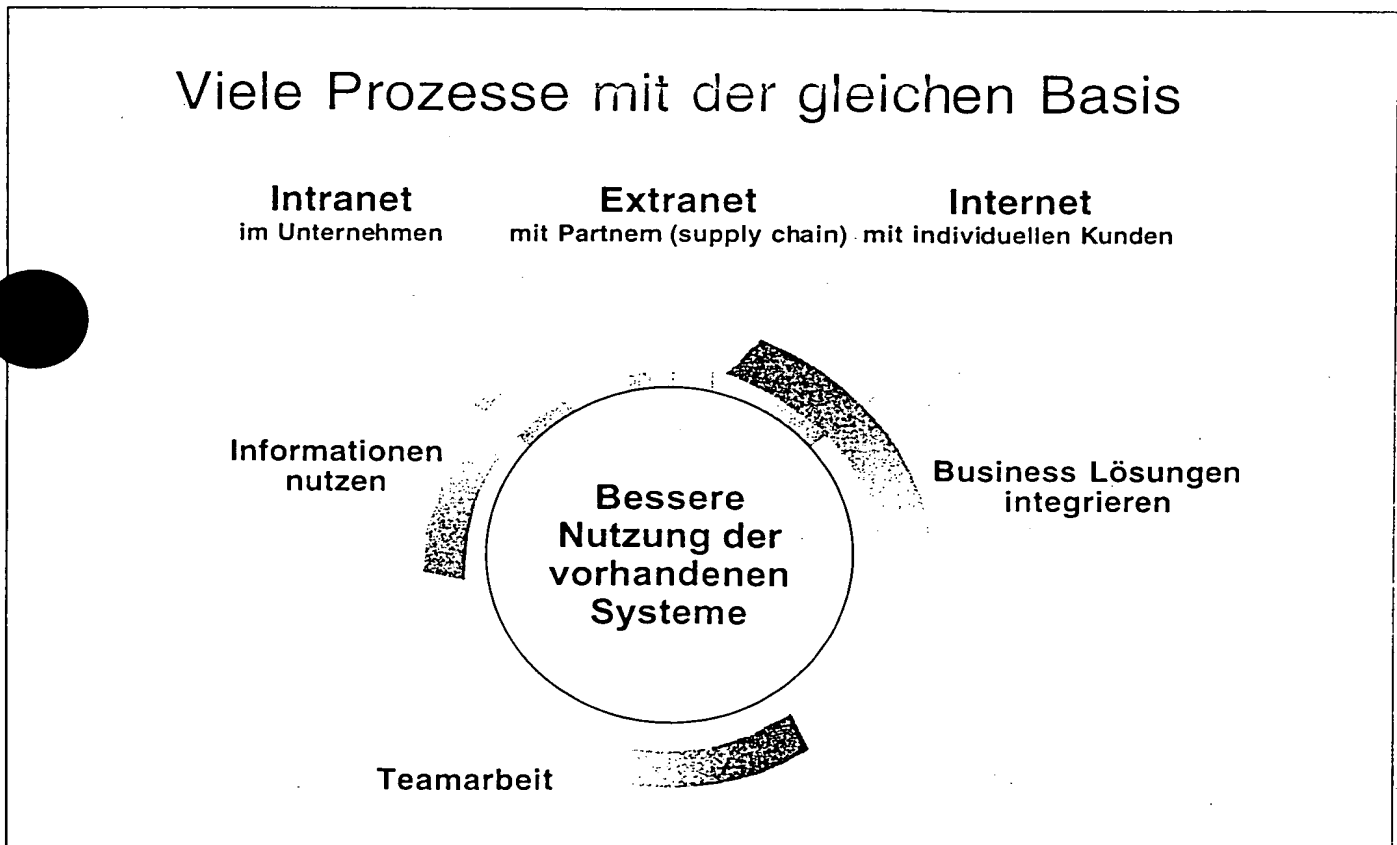


Bild 1: Integration und bessere Nutzung bestehender Anwendungslösungen auf der Basis von Internet-Technologien

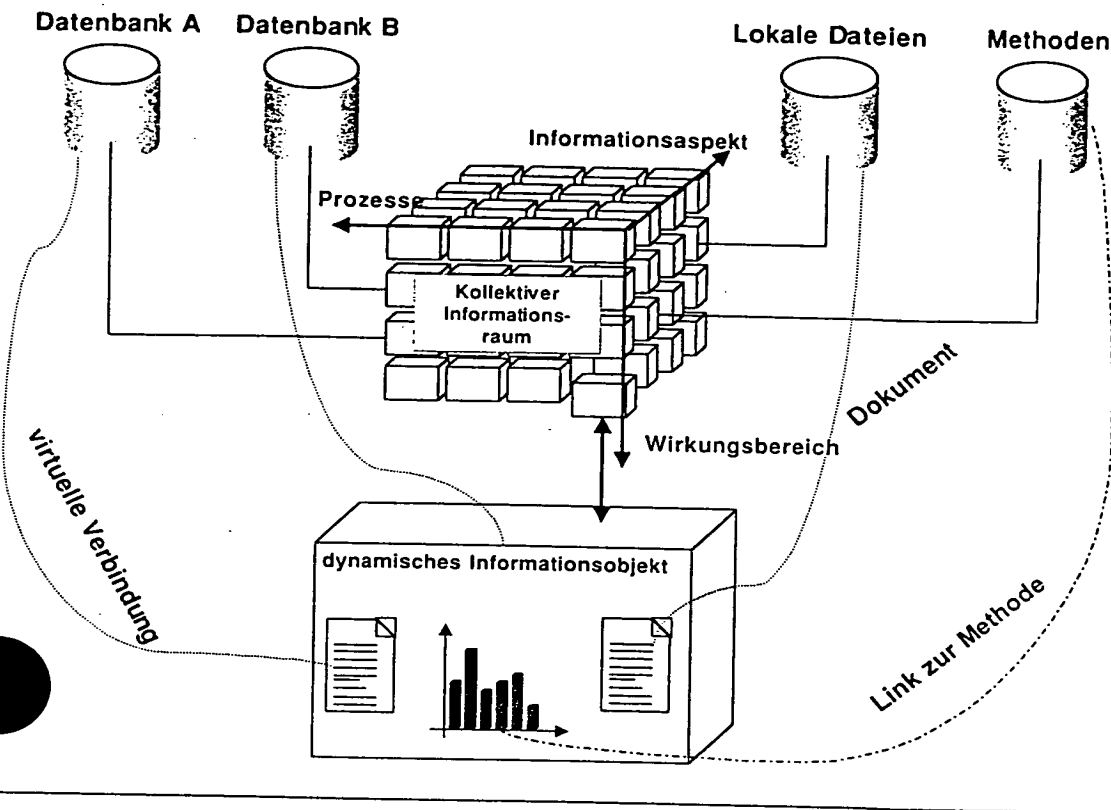


Bild 2: Verdeutlichung des Integrationscharakters eines kollektiven Informationsraumes

Die vorgestellte Konzeption des kollektiven Informationsraumes unterstützt diesen Integrationsgedanken. Eine besondere Stärke der vorgestellten Konzeption besteht darin,

- Daten und multimediale Informationen aus verschiedenen Quellen zu selektieren,
- mit geeigneten Methoden zu unterstützen,
- in Informationsobjekten zu verdichten und allgemein verfügbare und kommunizierbar zu machen.

Das Informationssystem stellt für die Mitarbeiter zum einen ein Navigationsinstrument dar, denn alle zur Steuerung von Prozessen und Entscheidungen relevanten Informationen lassen sich damit abbilden. Zum anderen bietet es eine einheitliche Oberfläche zur Prozessintegration.

Ein entscheidender Nachteil bisheriger Informationssysteme ist einerseits die statische und zweidimensionale Struktur und andererseits die vorab beschriebene Diskrepanz zwischen umsetzbaren Eingaben und verständlichen Darstellungen. In der vorgeschlagenen Konzeption werden Informationsobjekte als dynamische Objekte abgebildet und für den Benutzer in einer graphisch ansprechenden Form visualisiert. Neben den klassischen Formen von Bildern, Grafiken und Plänen stehen heute die Medien „Sprache“ und „Video“ für Intranet-Anwendungen zur Verfügung.

Die Konzeption sieht einen Generator vor, der bei der Erstellung der Informationsobjekte für die Lokalisierung der gewünschten Daten, Methoden oder weiterer Informa-

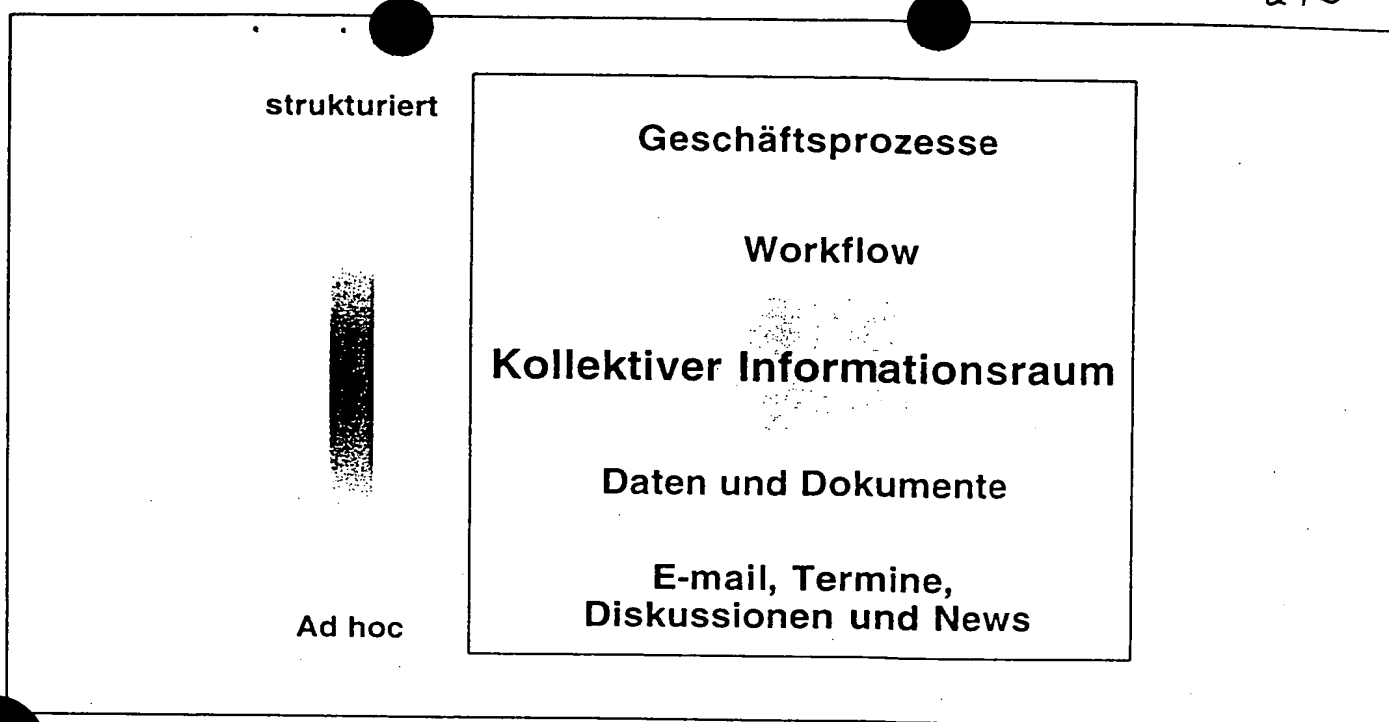


Bild 3: Darstellung der Integrationsmöglichkeiten multipler Datenquellen und Methoden in einem Informationsobjekt

Informationsobjekte die erforderlichen Datenbankoperationen (SQL-Statements, ADO, RDS, OLE) oder File-Zugriffe generiert und mit dem Informationsobjekt in Beziehung tritt. Bei einer Abfrage ist durch diese Referenz sofort bekannt, welche Informationen und Daten vorhanden sind und wo sich diese Daten befinden. Sind entsprechende Links zu Methoden vorhanden, werden diese zur Laufzeit aktiviert, die Datenzugriffe gesteuert und die daraus resultierenden Informationen im dynamischen Informationsobjekt präsentiert.

In Bild 3 sind die Zusammenhänge zwischen multiplen Datenquellen, Methoden und Präsentation der Ergebnisse in einem Informationsobjekt dargestellt. In den zugehörigen

- Objektmodellen werden die statischen Strukturen,
- in den ‚Dynamischen Modellen‘ das zeitabhängige Verhalten und
- in den ‚Funktionalen Modellen‘ die Datentransformation und die Funktionalität

beschrieben. Hier wird deutlich, wie der beschriebene Informationswürfel die Aufgaben eines kollektiven Informationsraumes erfüllt. Die Informationsobjekte werden mit den drei Dimensionen Prozesse, Wirkungsbereiche und Informationsaspekte strukturiert. Die Datenbestände oder sonstigen Dokumente bleiben in ihrer ursprünglichen Form in den jeweiligen dezentralen Datenhaltungssystemen repräsentiert und somit in der lokalen Verantwortung. Über die Struktur des gemeinsamen Informationsraumes werden die verteilten und heterogenen Daten,- Informations- und Wissensbestände, entsprechend erteilter Zugriffsberechtigungen, allgemein verfügbar.

Die Infrastruktur

Bis heute erfolgt der Entwurf von Informationssystemen üblicherweise ausgehend von einer gegebenen Aufgabe, die „top down“ in Teilaufgaben zerlegt wird. Für diese überchaubaren (Teil-)Prozesse sollen geeignete Softwaremodule entwickelt werden, um diese unter Rückgriff auf die bei der Zerlegung gewonnenen Informationen in ein geschlossenes, sich konsistentes Gesamtsystem zu integrieren. Daraus ergibt sich, daß bisherige Informationssysteme entweder monolithische Applikationen sind oder aus vielen Einzelapplikationen bestehen, die nur sehr schwer eine Informationsintegration erlauben.

Bild 4 zeigt die Entwicklung von monolithischen zu verteilten Systemen. Historische Systeme waren Monolithe, die die gesamte Software in einer einzigen Ebene zusammenfaßten. Die Evolution der Systeme erfolgte über zweistufige Client-Server-Architekturen zu den heute üblichen Architekturen mit den drei Ebenen Userinterface, Businessregeln und Datenhaltung. Zukünftige Informationssysteme werden auf der Basis von kleinen ausführbaren Softwarebausteinen, sogenannten Components, realisiert werden. Die Aufteilung in Userinterface, Businessregeln und Datenhaltungsebene wird implizit weiter existieren, die beliebige Kombination von Components wird jedoch eine wesentliche Verbesserung der Flexibilität ermöglichen.

Die Modularisierung von Software wird heute mit den Begriffen Component Ware und Middleware verknüpft. Die Basisarbeiten von DEC und Microsoft wurden beispielsweise in einem Whitepaper zum Component Object Model (Microsoft Whitepaper November 1997) zusammengefaßt. Die Aufteilung in selbständige, relativ kleine, aber hochintegrative Komponenten bietet viele Vorteile:

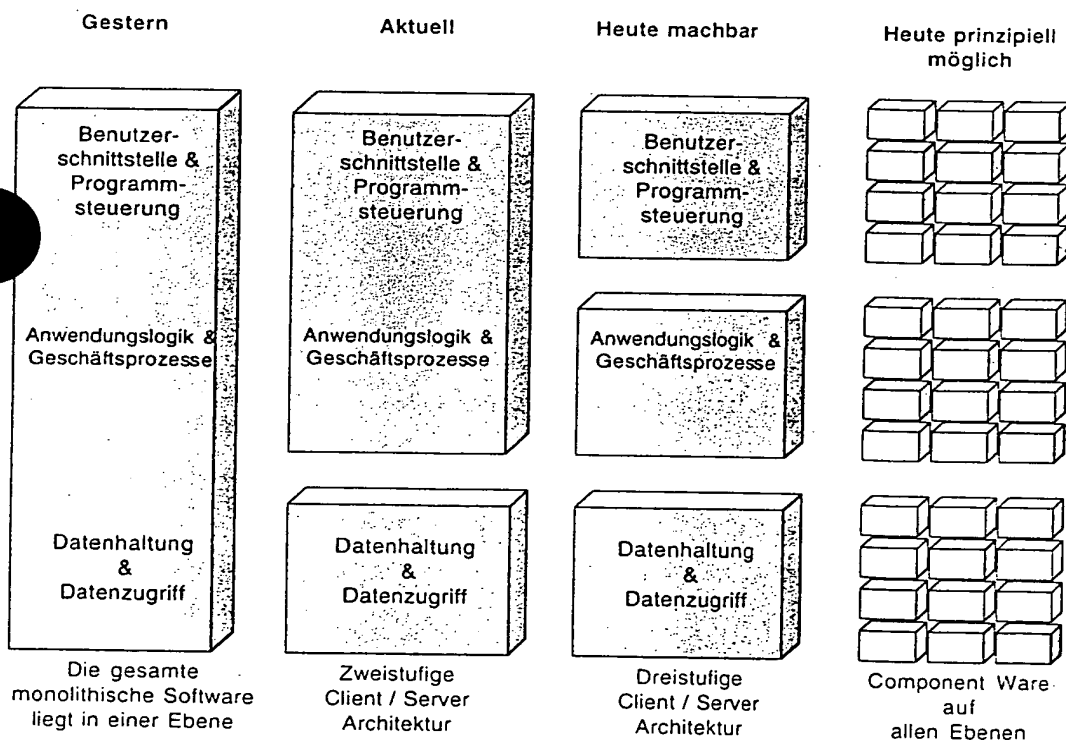


Bild 4: Darstellung der Entwicklungsstufen des Client/Server Computing (Quelle: Datenbank Fokus 2/96 Seite 57)

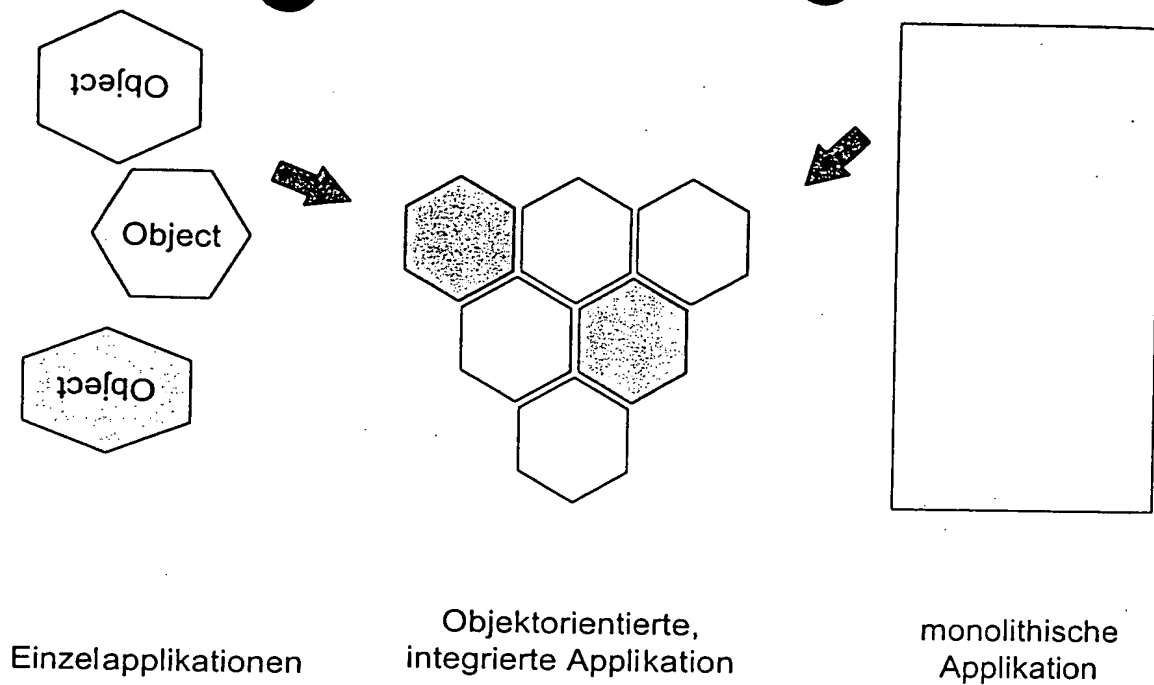


Bild 5: Integration von Objekten versus monolithischer Applikationen

- Implementierung immer neuer Funktionalitäten bleibt erspart, da es sich um keine monolithische Anwendung handelt.
- Reduzierung von Einzelkomponenten, die unabhängig und ohne standardisierte Integrationsmöglichkeiten nebeneinander benutzt werden.

Die Integration von kleinen Einzelapplikationen zu einer objektorientierten Applikation verdeutlicht Bild 5. Das Angebot bis dato war eher unbefriedigend: entweder standen große, monolithische Systeme zur Verfügung (die in den meisten Anwendungsfällen lediglich zu einem geringen Prozentsatz genutzt wurden) oder der Anwender benötigte, je nach Anwendungsfall, viele kleine Applikationen mit unterschiedlichen Benutzerinterfaces.

Middleware und Client/Server

Der Begriff Middleware ist mit zunehmender Bedeutung von Client/Server-Applikationen zu einem Schlagwort geworden. Middleware dient dazu, verteilte Komponenten einer Client/Server-Applikation zu verbinden und die Mechanismen für eine strategische Infrastruktur zur Integration unterschiedlicher Applikationen bereitzustellen. Middleware soll dem Anwender den transparenten Zugriff auf verteilte Ressourcen in einem Netzwerk ermöglichen, wobei die vorhandene Systemkomplexität für den Anwender nicht sichtbar wird.

In der vorliegenden Arbeit wird deshalb ein Konzept der objektorientierten Integration von Applikationen, Standardsoftware und Eigenentwicklungen zu einer Hyperapplikation verfolgt. Das „Frontend“ soll den Teammitgliedern die geforderten Funktionalitäten, Daten und Informationen zur Verfügung stellen. Das „Backend“ ermöglicht, daß das Informationssystem konsistente und problem- und prozeßbezogene Informationen zur Entscheidungsunterstützung liefert.

Dabei können primär zwei Modelle genannt werden, weshalb komplementäre Anwendungen integriert werden müssen: 219

- Bei der lokalen Bearbeitung von Aufgaben werden Daten, Informationen oder Funktionen benötigt, die lokal nicht verfügbar, zur Aufgabenerfüllung jedoch notwendig sind.

Beispiel: Die Belegung von Papiermaschinen erfordert aufgrund der Bedingungen der Kuppelproduktion Informationen über die zu planenden Kundenaufträge und des aktuellen Fertigungsbestandes. In diesem Fall ist primär eine geeignete Kommunikationsmöglichkeit notwendig. Es wird keine funktionale Erweiterung der beteiligten Systeme benötigt. Die objektorientierte Integration kann durch ein Prinzip der losen Kopplung erreicht werden.

- Um neue oder veränderte Informationen bereitstellen zu können, wird der Zugriff auf Daten, Informationen oder Funktionen verschiedener Systeme benötigt.

Beispiel: Das Controlling benötigt für eine Prozeßkostenrechnung Prozeßbeschreibungen, Kennzahlen und Leistungsziffern verschiedener Werksbereiche oder Produktgruppen. Derzeit werden für eine solche Aufgabe in der Regel ein oder mehrere Systeme spezifisch angepaßt. In die lokalen Systeme werden funktionale Erweiterungen implementiert, die für die lokalen Systeme nicht benötigt werden. Die Systeme werden aufgebläht, spezifisch erweitert und somit immer schwerer zu warten. Die objektorientierte Integration kann für diesen Fall außerhalb der lokalen Anwendungen, nur für die Laufzeit der spezifischen Anwendung des Controllers, Methodenbausteine und Objekte bereitstellen, um die geforderte Aufgabe zu erfüllen. Die lokalen Systeme bleiben Standardapplikationen und somit wesentlich leichter zu warten.

Middleware ist eine Softwareschicht, die es ermöglicht, daß Anwendungen Dienste zur Verfügung von Funktionalität, Daten und Präsentationen zur Verfügung stehen. Innerhalb des ISO/OSI-Schichtenmodells ist Middleware den Schichten 5-7 zuzuordnen. In den klassischen Client/Server-Modellen werden dabei heute meist zwei- oder dreischichtige Architekturen bevorzugt. Durch Middleware Mechanismen können die logisch getrennten Bestandteile auf verschiedene Rechner in einem Netzwerk verteilt werden. Dabei sind prinzipiell drei Dienste zu gewährleisten:

- Präsentationsdienste,
- Datenmanagement- und Koordinationsdienste und
- Applikationsdienste.

Mit der zunehmenden Anwendung der Objekttechnologien werden weitere Dienste benötigt. Neben den Objektdiensten (Objektverteilung mit Application Objects, Common

Facilities, Object Services und Common Object Request Broker) werden Sicherheitsdienste, System- und Funktionsmanagement benötigt.

In diesen Bereichen gibt es verschiedene Standardisierungsbemühungen wie z. B. Distributed Management Environment der OSF, X/Open Common Application Environment oder die Ansammlung von Object Services um den Object Request Broker.

Proprietäre, jedoch weitestgehend technisch unterstützte Lösungen sind die Business Integration Framework Lösungen von Microsoft, Software AG und SAP, die auf dem DCOM/COM Modell basieren. Die grundlegende Idee dieser Konzepte ist es, Anwendungen quasi durch einen logischen Bus miteinander interagieren zu lassen. Diese Sichtweise führt zum Konzept der Component Ware. Components sind Softwarebausteine, zu deren Verwendung nur die funktionalen Spezifikationen und die Interfaces bekannt sein müssen. Applikationsentwicklung bedeutet damit letztendlich die Zusammenstellung von Komponenten, entsprechend den Anforderungen aus dem Geschäftsprozeß. Diese Vision wird dahingehend weiterentwickelt, daß Komponenten (Methodenbausteine) zukünftig gleichberechtigt interagieren und in einer verteilten Umgebung dynamisch durch den Endanwender konfiguriert werden können.

Dazu ist es notwendig, daß die im ISO/OSI Schichtenmodell festgelegten Mechanismen innerhalb der Anwendungsschicht (Schicht 7) mit Geschäftsprozeß- und Applikationsmechanismen erweitert werden. Derzeit stehen lediglich proprietäre Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung, die jedoch zumindest in einer prototyphaften Implementierung die Realisierungsmöglichkeiten aufzeigen. Für den Einsatz von Components sind geeignete Entwurfsmethoden für wiederverwendbare Bausteine die entscheidende Herausforderung. Die Komponenten müssen semantisch abgegrenzt und modelliert werden können. Ansätze bieten die Erweiterungen von CORBA der OMG und das Component Object Model (COM) bzw. DCOM Spezifikationen von Microsoft.

Auf dieser Basis beruht die Konzeption, die es ermöglicht, Informationsbedürfnisse in einem Objektmodell abzubilden. Das Informationsnetz wird analog dem Internet als unternehmensinternes Intranet gestaltet.

Um in einer objektorientierten Architektur Methodenaufrufe über Prozeßgrenzen hinweg durchführen zu können, müssen Kommunikationsmechanismen bedient werden. In modernen Konzepten wird diese Aufgabe von der eigentlichen Anwendung getrennt. Ein Object-Broker übernimmt die Aufgaben der Vermittlung (brokering), der Kommunikation und der Verwaltung des Informationssystems zur Laufzeit. Dabei soll der eigentliche Aufruf des Serverobjektes, einschließlich der Kommunikation und eventueller Konvertierungen, möglichst transparent durchgeführt werden.

Im Gegensatz zum traditionellen Client Server Ansatz sind die Rollen der Client und Server nicht fest vorgegeben, sondern ein Client kann als Server agieren und umgekehrt. In diesem Konzept repräsentiert ein Server ein Objekt, das Funktionalität über Schnittstellen und Methoden nach außen exportiert. Ausgehend vom Component Object Model lassen sich Interaktionsmechanismen zwischen Client und Server definieren. Die OMG hat eine objektorientierte Architekturspezifikation unter dem Titel „Common ObjectRequestBroker Architecture (CORBA)“ herausgegeben. CORBA ist keine Implementierung eines Object-RequestBroker, sondern eine Spezifikation eines ObjectRequestBroker, die relativ große

Freiheiten für die Implementierung läßt. Deshalb sind die verfügbaren CORBA Implementierungen derzeit nicht interoperabel. Die Interface Definition Language (IDL) ist die bedeutendste Komponente in dieser Spezifikation. Die IDL erlaubt, Interfaces zum Aufruf von Methoden in neutraler Form zu spezifizieren. Die Wiederverwendung von Objekten im Sinne von Black-Box-Wiederverwendung erfolgt strukturell durch den Zugriff auf verteilte Objekte.

Für die objektorientierte Architektur in Windows Systemen hat das Component Object Model zentrale Bedeutung. Die Wiederverwendung von Objekten erfolgt hier durch Einklinken einer binären Komponente in einen Container. Die derzeitigen Entwicklungen zeigen eine eindeutige Orientierung zum DCOM Konzept von Microsoft, da nunmehr das DCOM Modell auch auf andere Betriebssysteme (Königs 1997) übertragen wurde und somit Components auf unterschiedlichen Plattformen direkt interagieren können.

Prinzipiell ist die Basis für die Definition von Objekten und Objektinterfaces die von der OMG (Object Management Group) definierte Interfacesprache CORBA IDL. Leider sind die CORBA Festlegungen teilweise recht vage, so daß die existierenden Implementierungen nach wie vor auf den jeweiligen ObjectRequestBroker abgestimmt und nicht unabhängig verwendbar sind. Aufgrund dieser Gegebenheiten und einer derzeit wesentlich stärkeren Marktdurchdringung des Component Object Models wird innerhalb der prototypischen Beispiele des kollektiven Informationsraumes auf die proprietären Microsoft Spezifikationen und Produkte aufgebaut.

Der Einsatz von OLE-2-Automation ermöglicht völlig neue Anwendungen, indem aus Einzelbausteinen (Objekten) existierender Bausteine neue integrierte Hyperapplikationen aufgebaut werden können. Die bedarfsgerechte Konfiguration einer Anwenderumgebung wird durch eine abgerundete Integration von Standardanwendungen erreicht. Beispielsweise können mit Hilfe von ActiveX-Controls oder Java-Applets in der Anwendungsumgebung des WWW-Browsers auf dem Client-Rechner eigenständige Applikationen aufgerufen und betrieben werden.

Innerhalb des Team-Informationssystems werden sowohl die Client- als auch die Server-Objekte der jeweiligen Anwendung erzeugt, die dann mittels des ObjectBroker integriert werden. Prinzipiell ist es damit möglich, kooperierende Agentensysteme zu implementieren. Objekte können dabei sowohl eigenständige Methodenbausteine als auch Objekte innerhalb von Standardanwendungen sein, sofern diese über Methodenzugriffe oder Interfaces verfügen. Über diese Objektinterfaces kann ein Zugang zu den Standardanwendungen implementiert werden.

Bild 6 verdeutlicht die grundsätzliche Arbeitsweise der DCOM/COM Konzeption. Mit der Integration dieser „Middleware“ wird es möglich, daß die eigentliche Erfüllung von Aktivitäten gerade auch in föderierten, verteilten und heterogenen Systemwelten erstmalig in den Vordergrund tritt gegenüber der bisher vorherrschenden Zentrierung auf technische Detailprobleme der Netzwerke und Softwarelösungen. Im DCOM/COM Konzept sind die Objektdaten gekapselt und stehen ausschließlich über Methoden zur Verfügung. Die Methoden werden über Interfaces nach außen transparent. Jede von außen aufrufbare Methode hat ihr eigenes Interface mit eigenen Parametern. Der Client richtet seine Anfrage an das immer vorhandene Interface Iunknown (siehe Bild 6). Diese Standardmethoden aller

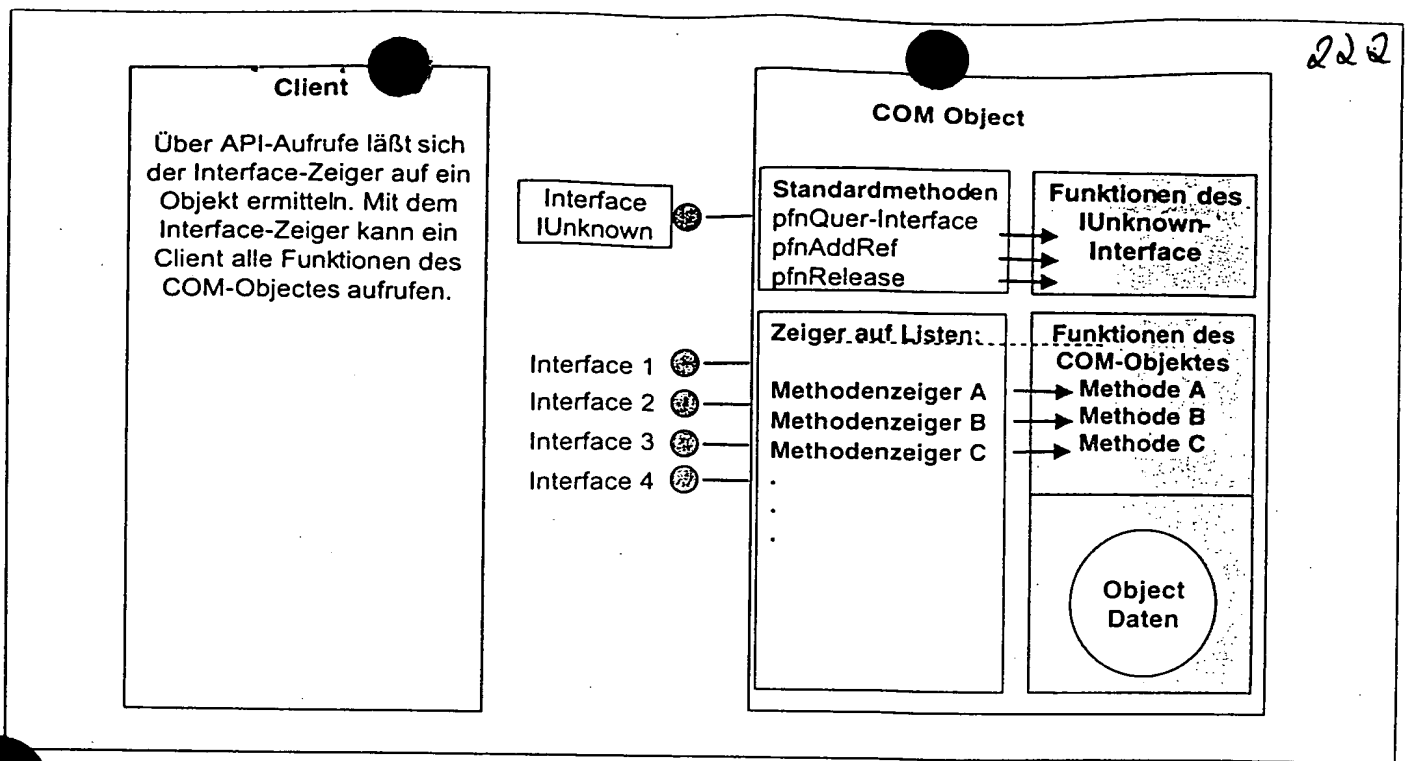


Abbildung 6: Methodenaufruf einzelner Objekte über Interfaces gemäß der COM Spezifikationen der Firma Microsoft

Objekte liefern eine Liste der vorhandenen Interfaces zurück. Der Client überprüft aufgrund dieser Zeiger auf Methoden, welche Funktionalität seine Anwendung ermöglicht und stellt danach über die vorhandenen und zulässigen Interfaces die notwendigen Methodenaufrufe seiner Client-Anwendung bereit. Mit diesem Konzept des Component Object Model können vorhandenen Objekten neue Methoden hinzugefügt werden, die auch von neuen Client-Anwendungen genutzt werden können. Gleichzeitig bleiben die vorhandenen Funktionalitäten der älteren Anwendungen erhalten. Ein COM Objekt kann unterschiedliche Erscheinungsformen aufweisen. Der aufrufende Client verwendet das Object entweder direkt in seinem Adreßraum als sogenannten „In-Process Server“, oder das Objekt befindet sich auf dem gleichen Rechner als Bestandteil eines anderen Programms als „Local Server“. Befindet sich das Objekt in verteilten Anwendungen in Netzwerken auf einem anderen Rechner, so ist das Objekt als „Remote Server“ anzusehen.

In der Softwareentwicklung findet deshalb das Konzept des kooperierenden „intelligenten“ (Software-)Agenten zunehmend Beachtung. Grundlegende Idee ist dabei, daß auf der Architektur eines Common ObjectRequestBrokers (CORBA, DCOM) Softwareagenten ihre lokalen, individuellen Aktivitäten zweck- und zielgerecht aufeinander abstimmen können.

Um wiederverwendbare Komponenten (Methodenbausteine) ableiten zu können, werden in der vorgeschlagenen Konzeption Informationsobjekte in einer Applikationsarchitektur abgebildet. Ausgehend von der Geschäftsprozeßmodellierung werden Aktivitäten identifiziert, zu deren Funktionserfüllung entsprechende Informationsobjekte gebildet werden müssen. Diese Informationsobjekte bieten den Aktivitäten ihre Dienste mittels Interfaces an. Die Funktionalitäten und Daten sind dabei gekapselt und für den Anwender nicht unmittelbar sichtbar.

Die Konzeption sieht dabei folgende Mechanismen vor:

- Kapselung von Applikationen in Methodenbausteinen,
- Interaktion der Methodenbausteine über Interfaces,
- Etablierung eines Methodenbaukastens,
- Etablierung eines Interface-Dictionary,
- dynamisches Hinzufügen von Components,
- Bereitstellung einer Methode zum Nachrichtentausch von Objekten.

Gedankenmodell Integration mit Hilfe von Objektinterfaces

Die Konzeption der objektorientierten Methodenintegration soll nachfolgend an einem kleinen Gedankenmodell erläutert werden (siehe Bild 7). Vergleicht man den Informationsbedarf eines dezentral organisierten Unternehmens mit einem Gütertransport in alle Städte der Bundesrepublik, so entspricht jede Eisenbahnverbindung zwischen den Städten dem klassischen Schnittstellenansatz. Es wird deutlich, daß nur bei entsprechendem Bedarf eine Eisenbahnverbindung sinnvoll ist und genügend Wissen über die Streckenabschnitte, die Bahnhöfe und Anschlüsse an allen Endpunkten vorhanden sein muß. Dies entspricht dem notwendigen Wissen der strukturellen und technologischen Details beim Schnittstellenentwurf. Das Netz ist reines Transportmittel. Es liegt eine starre Kopplung vor, die bei genügend großem Bedarf auch sinnvoll erscheint.

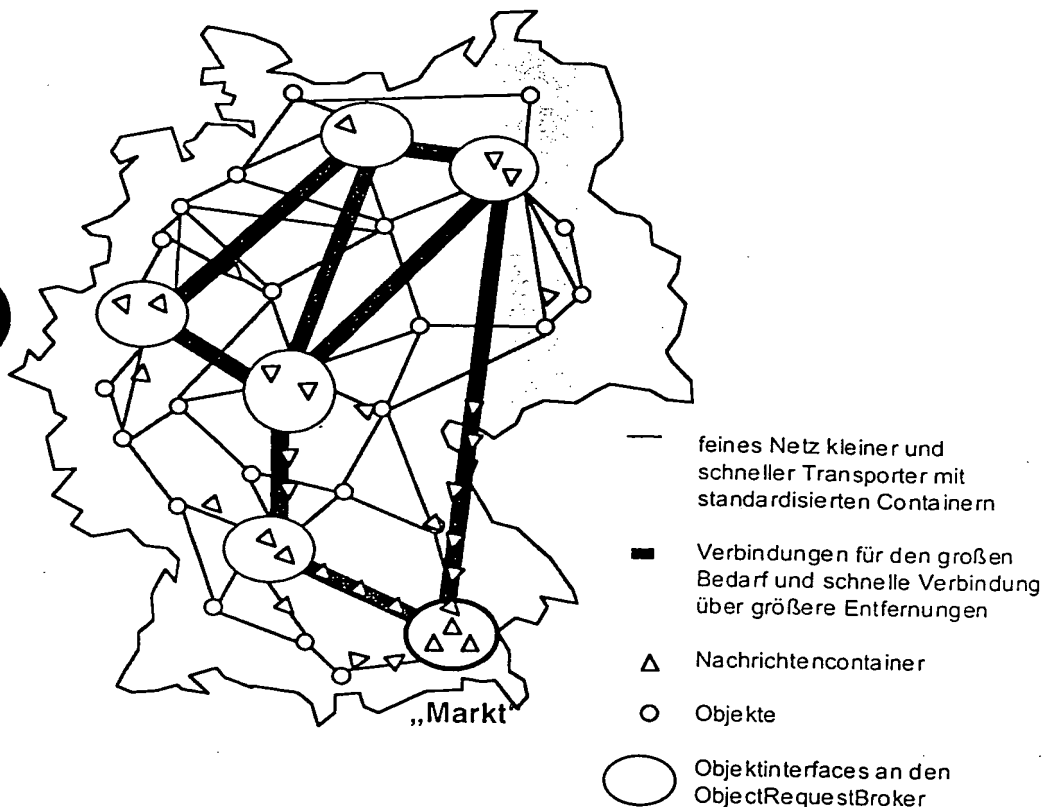


Bild 7: Gedankenmodell Methodenintegration

- Der Methodenintegration entspricht das Bild einiger weniger Eisenbahnverbindungen für den großen Bedarf und schnelle Verteilung über größere Entfernungen hinweg, verbunden mit einem feinen Netz kleiner und schneller Transporter mit standardisierten Containern. Hier wird die Flexibilität deutlich. Sind die großen Eisenbahnverbindungen, die standardisierten Container und die entsprechenden Transporter vorhanden, sind alle Voraussetzungen für sehr effiziente und dennoch sehr flexible Kopplungen gegeben.

Die Bahnhöfe entsprechen den Objektinterfaces an den ObjectRequestBroker. Die Transporter mit den Containern entsprechen den Nachrichten, die zwischen den Objekten ausgetauscht werden. Die Container selbst sind die Objekte, die mit entsprechenden Methoden den Transportinhalt „Daten“ bereitstellen.

Die Objekte in den verteilten Anwendungen arbeiten nach dem Prinzip „Markt“ zusammen. Anbieter (Server-Objekte) offerieren ihre Dienste, und Kunden (Client-Objekte) nehmen diese in Anspruch. Zusätzlich können die Server-Objekte auch ihrerseits Unterauftragnehmer einschalten, ohne daß der Auftraggeber, ein Client-Objekt, davon etwas erfährt. Damit wird das Netz zur Anwendung neuer Qualität und ist nicht mehr nur Transportmittel. Vermittler zwischen Angebot und Nachfrage sind die ObjectRequestBroker (ORB), die prinzipiell auf allen Plattformen tätig werden können, auf denen eine Common Object RequestBroker Architecture (CORBA) oder die vergleichbare Component Object Model (COM) Umgebung implementiert ist.

3. Die Systemarchitektur

Ein langfristiges Ziel der Unterstützung von föderierten Informationssystemen ist eine einheitliche Architektur aller greifbaren Objekte und den dazwischen ablaufenden Protokollen, in einer offenen Umgebung. Konzeptionelle Grundlagen dafür bilden einerseits die definierten Objektmodelle auf der Basis des Distributed Component Object Models (DCOM)

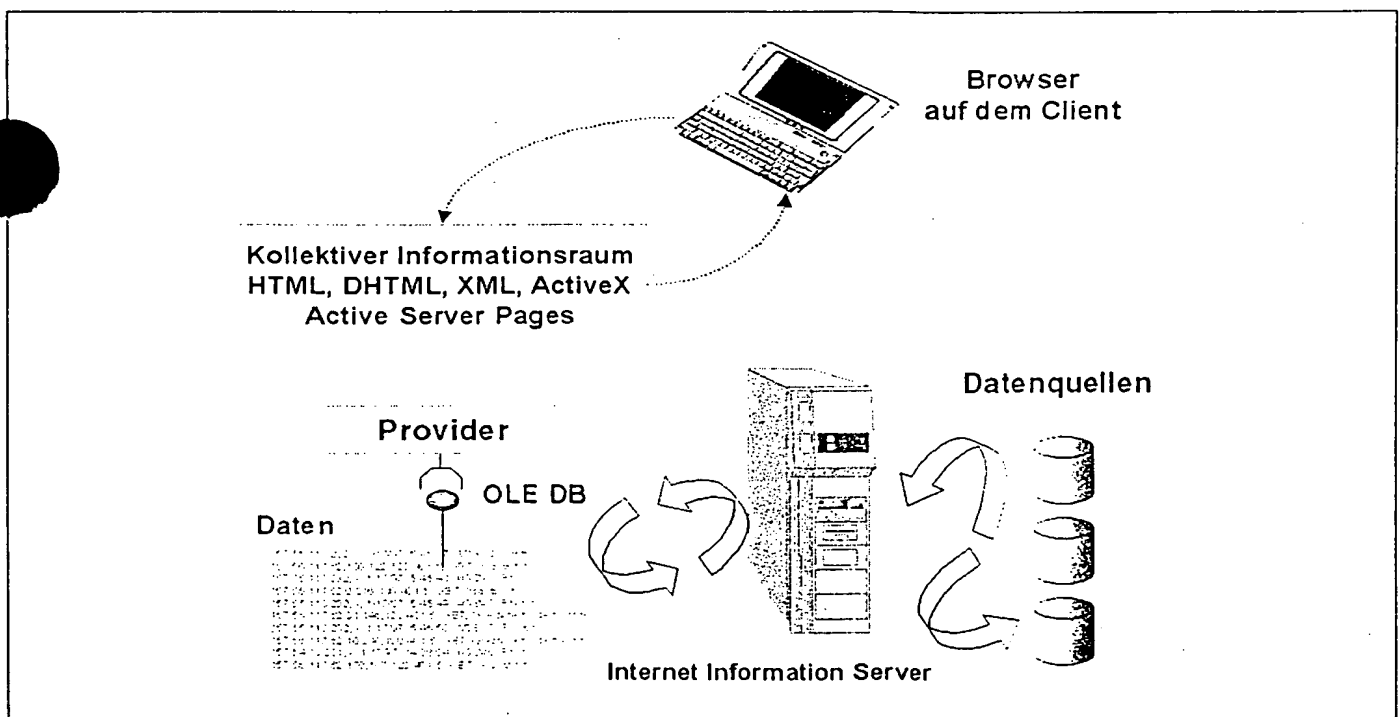


Bild 8: Zugriff auf Informationsobjekte eines kollektiven Informationsraumes mit verteilten Datenbeständen

und den zugehörigen Objektvermittlern, andererseits die Zugriffsmechanismen der Internet/Intranet-Technologien auf entsprechenden Web-Servern. Der Benutzer (Client) greift über das Netzwerk (intern oder extern) mit dem Standardprotokoll Hypertext-Transfer-Protocol (http) auf einen Web-Server zu. Dieser Web-Server enthält zusätzlich einen ActiveServer, der die logische Verwaltung und die Ablaufsteuerung des kollektiven Informationsraumes übernimmt. Gleichzeitig werden in diesem ActiveServer alle notwendigen Regeln und Zugriffsmechanismen definiert. Dadurch können prinzipiell alle Datenbestände und Anwendungen im Netzwerk bereitgestellt werden.

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle wird mit einem Web-Browser realisiert, der über standardisierte Protokolle (http) auf die eigentliche Ablaufsteuerung, den ActiveServer, zugreifen kann. Die Methoden der Entwurfsphase und der operativen Phase sind in ihrem Zugriffsverhalten getrennt. Allen Methoden wird über ein Web-Gateway, mit Hilfe eines ObjectBroker, der Zugriff auf verteilte Datenbanken, Filesysteme oder Applikationen ermöglicht (siehe Bild 8).

Ziel des vorgeschlagenen Konzeptes der methodenbasierten, entscheidungsorientierten Informationsbereitstellung ist eine konkrete Unterstützung für Dienstkooperationen in offenen verteilten Systemen auf unterschiedlichen Hardware-Plattformen. Die Nutzung der aktuellen Internet-Technologien ermöglicht verteilte Anwendungen in offenen, heterogenen Umgebungen mit dem Ziel weitgehender Interoperabilität und einer guten Verteilungstransparenz auf einheitlicher Weise. Das dabei angestrebte Ziel sind spezifizierte Systemschnittstellen, die verteilten Anwendungen den Zugriff auf beliebige Methoden und Dienste in föderierten Umgebungen durch dedizierte Systemintegrationsfunktionen ermöglichen. Der Anwender (WWW Client) greift über einen WWW Browser auf den kollektiven Informati-

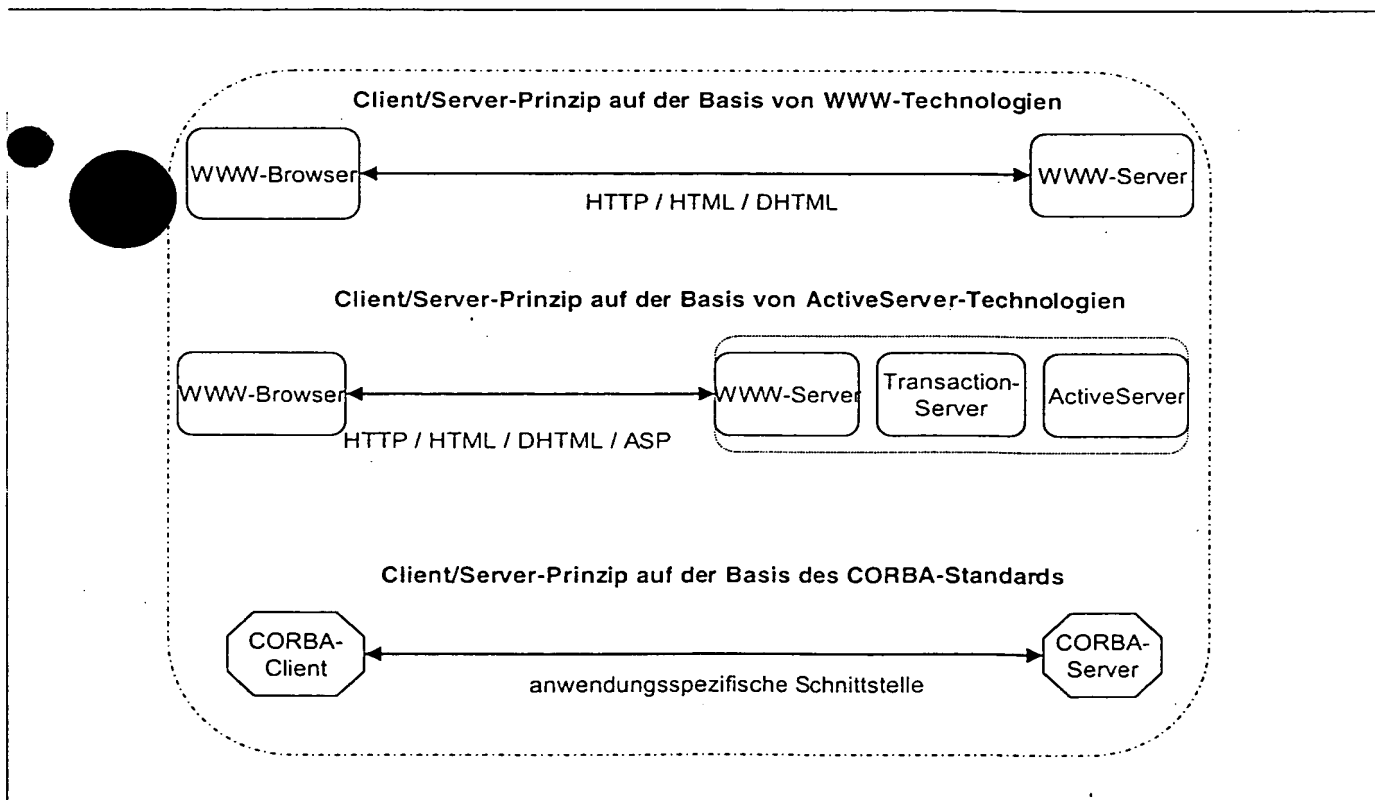


Bild 9: Darstellung diverser Client/Server Prinzipien im kombinierten Ansatz verteilter Systeme

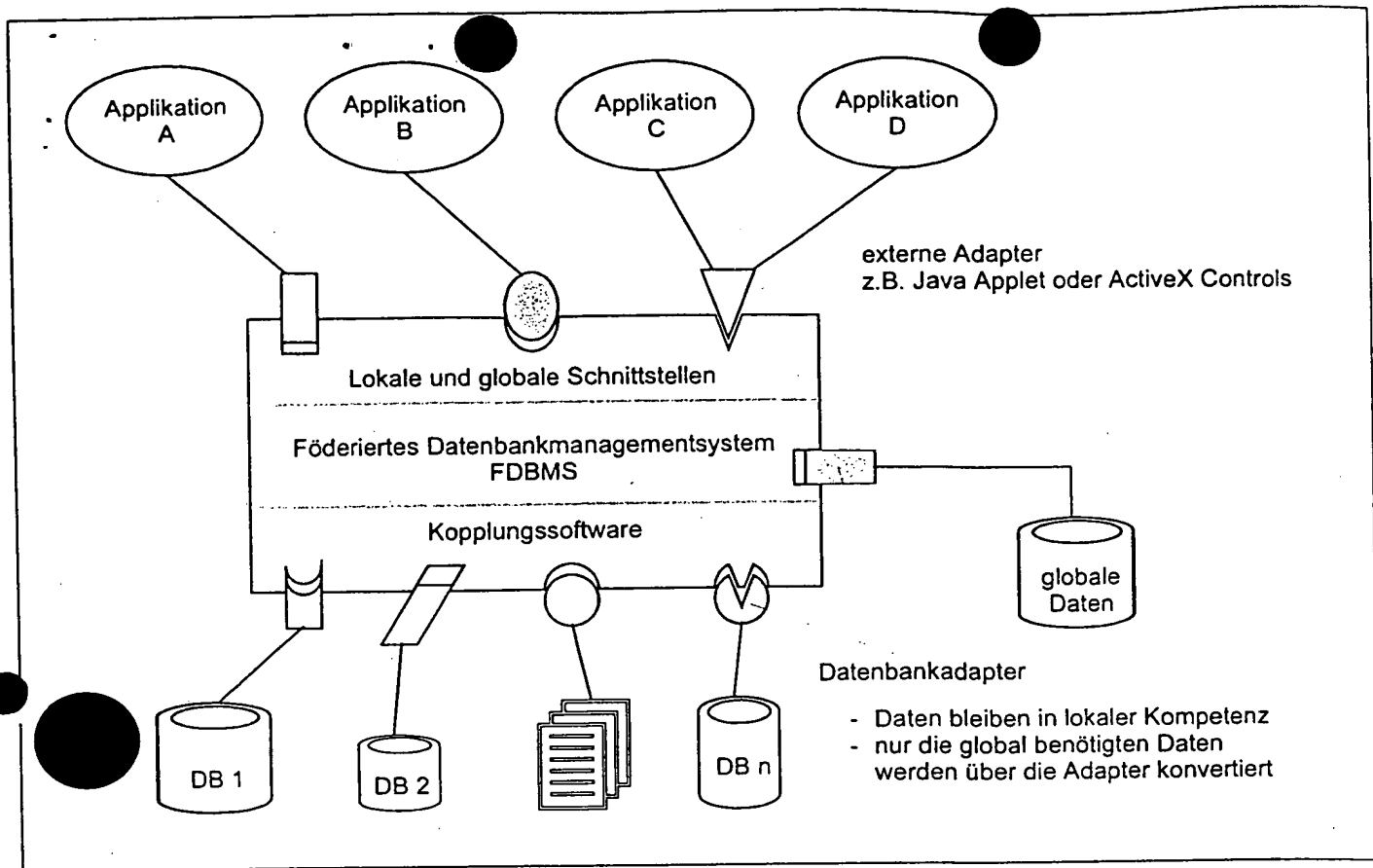


Bild 10: Darstellung der Konzeption des Forschungsprojektes „FDBMS Projekt SIGMA“ der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

onsraum zu. Dieser hat Zugriffsmöglichkeiten auf Dokumente in multimedialer Form und kann über weitere Gateways zusätzliche Anwendungen oder Daten integrieren. Gleichzeitig stehen alle auf den jeweiligen System-Plattformen verfügbaren Netzwerk-Services zur Verfügung. Durch die Dienste des ObjektRequestBrokers (CORBA, DCOM) wird eine transparente, bidirektionale Kommunikation von COM Objekten auf lokalen Systemen als über Netzwerke ermöglicht. Eine zunehmende Unterstützung von Java-Applets und ActiveX-Controls in den gängigsten Web Browsern einerseits und die Integration der DCOM Objekte auf die verschiedensten System-Plattformen andererseits ermöglicht eine föderierte Kommunikation in heterogenen Netzwerken.

In Bild 10 wird das im Forschungsprojekt SIGMAFDB vorgeschlagene Konzept eines föderierten Datenbanksystems veranschaulicht. Das besteht aus einer Menge autonomer heterogener Komponentendatenbanksysteme, die über eine flexible Föderierungsschicht miteinander gekoppelt sind. Die Überwindung der Schemaheterogenität wird durch die Integration aller Exportschemata in ein globales föderiertes Schema überwunden. Zur Ableitung externer Sichten und zur Erzeugung von Datenmodellheterogenität werden externe Adapter eingesetzt.

Dieser Ansatz des Forschungsprojektes SIGMAFDB entspricht in der grundsätzlichen Ausrichtung dem im Component Object Model definierten Zugriff auf Daten über Methoden und zusätzliche Schnittstellen. Hierzu werden Provider implementiert, die durch Java-Applets, ActiveX-Controls oder mit Hilfe von ActiveDataObject (ADO) oder OLE DB

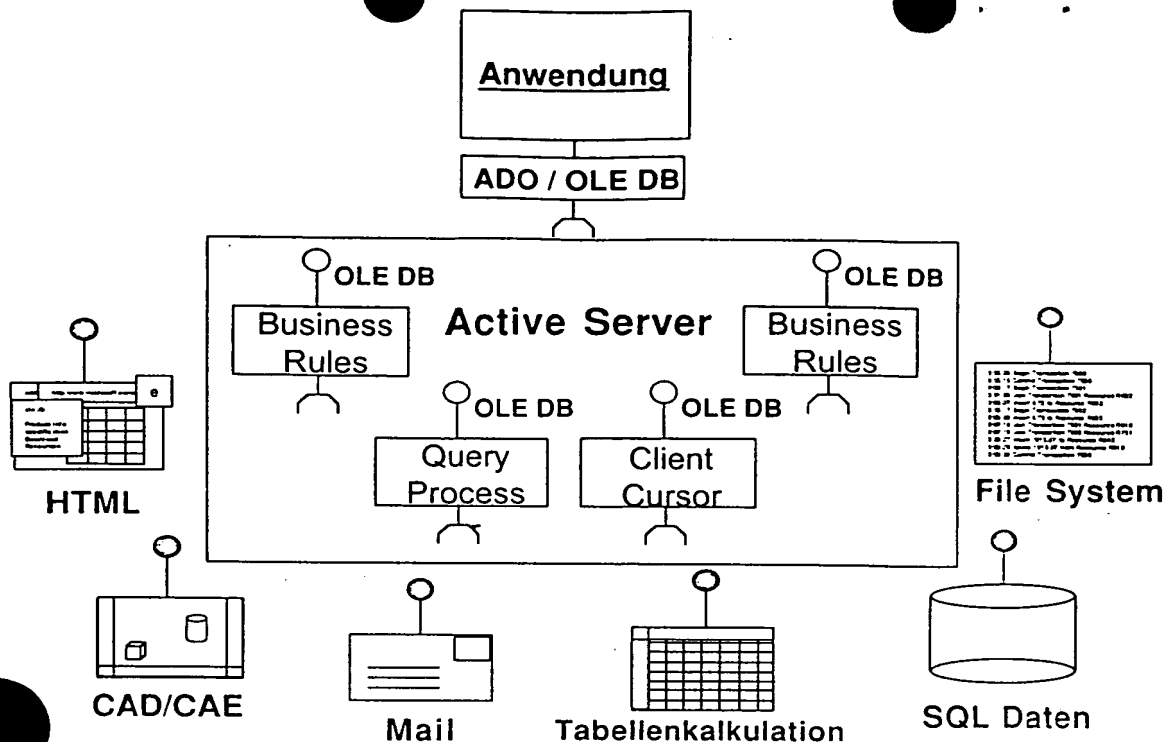


Bild 11: Integration unterschiedlicher Systeme, Methoden und Datenformate mit der Active Server-Konzeption der Fa. Microsoft Corp. als Providersystem

realisiert werden können. Diese proprietären Lösungen sind in Bild 11 dargestellt. Damit ist die Einbeziehung von Datenbanken, Mail-Systemen und auf Dateien basierenden Datenhaltungssystemen möglich. Innerhalb des ActiveServer können komplexe Ablaufsteuerungen und Zugriffsberechtigungen programmiert werden, die dynamische Interaktionen mit den Benutzern erlauben.

Das generelle Ziel einer weitgehenden Systemintegration, die möglichst schrittweise und Teilaspekten zerlegt vorgenommen werden soll, wird international in verschiedenen Standardisierungsbemühungen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen verfolgt. Zur Illustration dieser heterogenen und durch unterschiedlichste Interessenslagen geprägten Entwicklungen werden exemplarisch der Common ObjectRequestBroker (CORBA) der Object Management Group (OMG) und der 1993 von BERNSTEIN unter dem Titel Middleware (Dienst zwischen Anwendung und Systemplattform) veröffentlichte Architekturvorschlag erwähnt. Wichtigster Teilaspekt der ObjectRequestBroker Definitionen sind die Funktionen und Komponenten zur Realisierung der Interoperabilität von Anwendungen. Damit können prinzipiell beliebige Objekte in offenen, verteilten Umgebungen aufgerufen und genutzt werden.

Wie bereits vorab beschrieben, wird aus Gründen der Verfügbarkeit von Basis-Software bei der Umsetzung des Konzeptes auf die proprietäre Konzeption des Distributed OLE von Microsoft aufgebaut. Die generellen Aussagen und Konzeptionen bleiben davon unberührt und können jederzeit auf andere ObjectRequestBroker Konzeptionen übertragen werden.

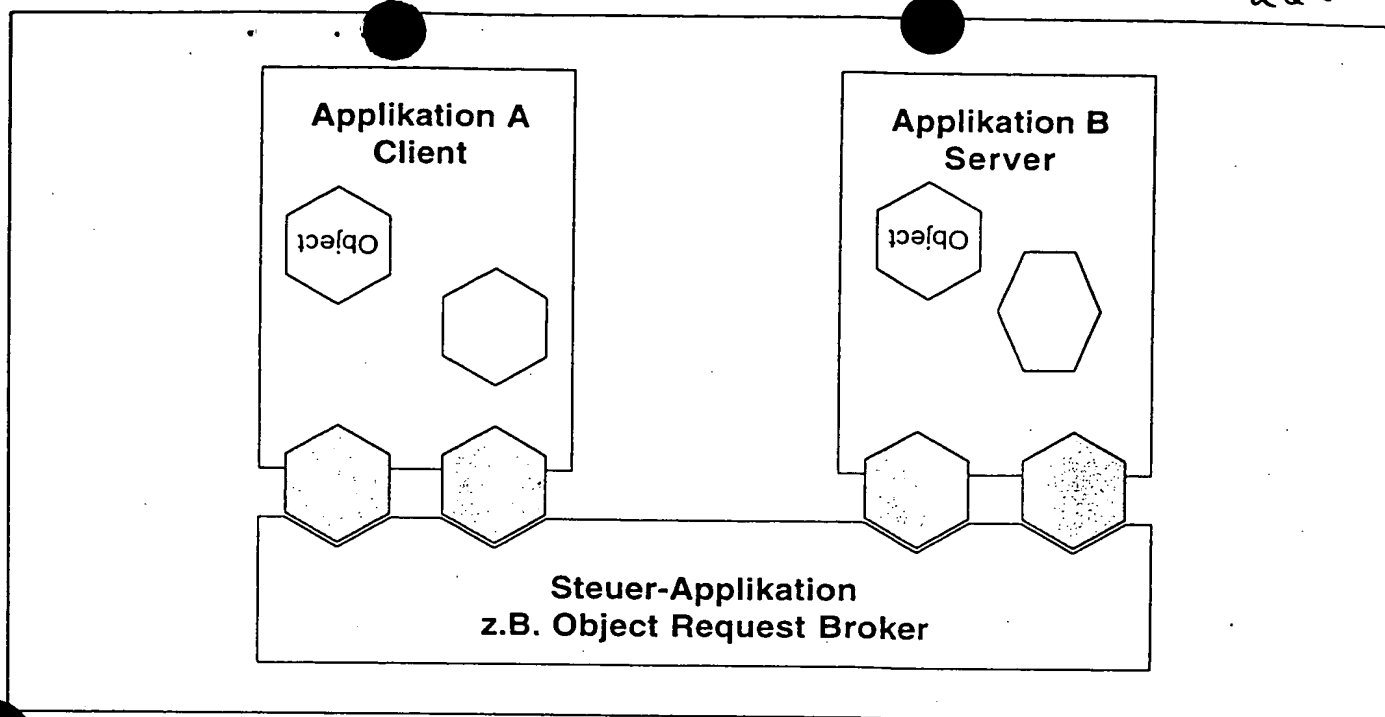


Bild 12: Objektaufrufe einzelner Objekte mit Hilfe eines ObjectBrokers in der ORB Konzeption

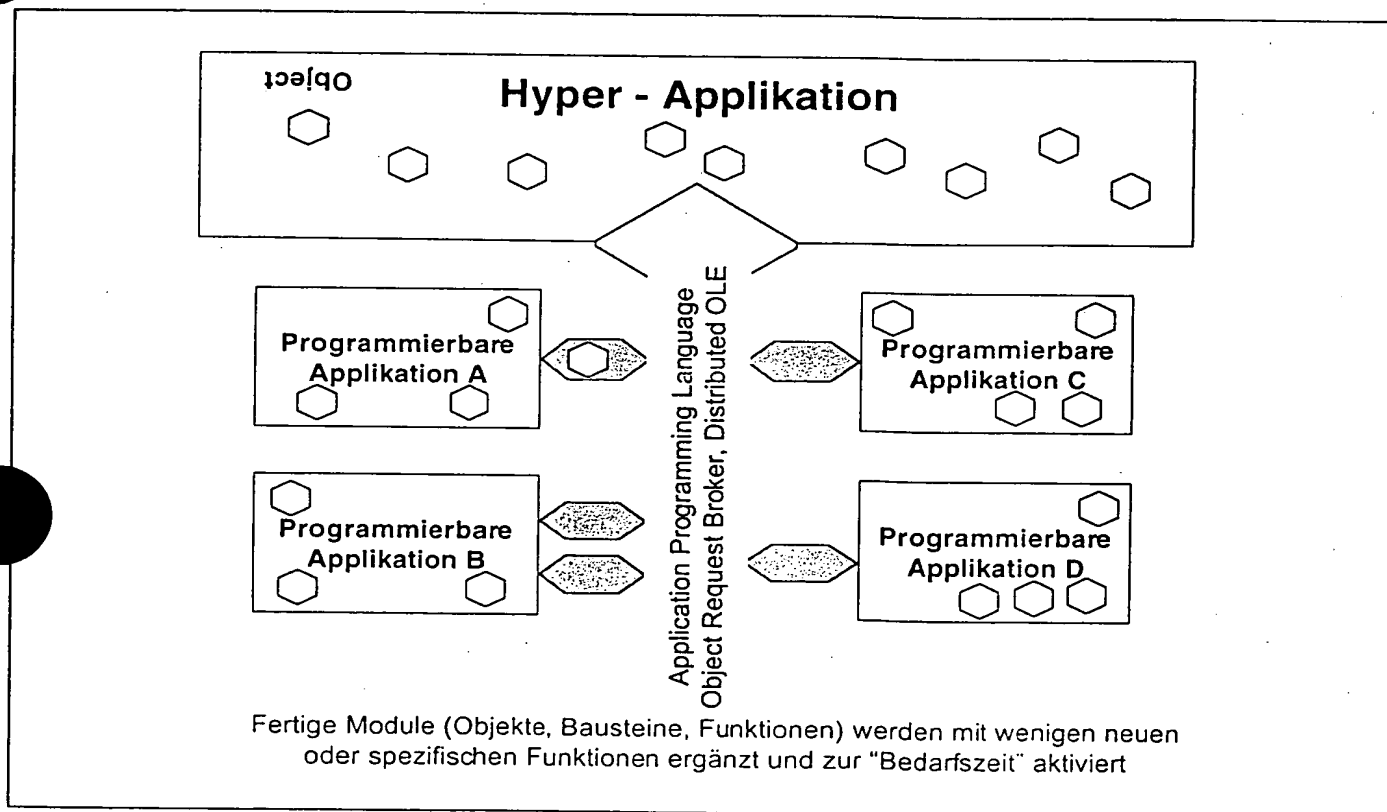


Bild 13: Weiterentwicklung des Object Broker Prinzips zur Hyperlink-Applikation.

Die prinzipielle Funktionsweise der Objektbenutzung ist in Bild 12 dargestellt. Client-Anwendungen können ihre Funktionalität entsprechend den aktuellen Anforderungen durch die Integration weiterer Objekte eines oder mehrerer Server erweitern. Diese Konzeption kann zu einer Hyper-Applikation (siehe Bild 13) ausgebaut werden. Der ObjectRequest-Broker übernimmt in einem dem Marktprinzip entsprechenden Handling den Aufruf von

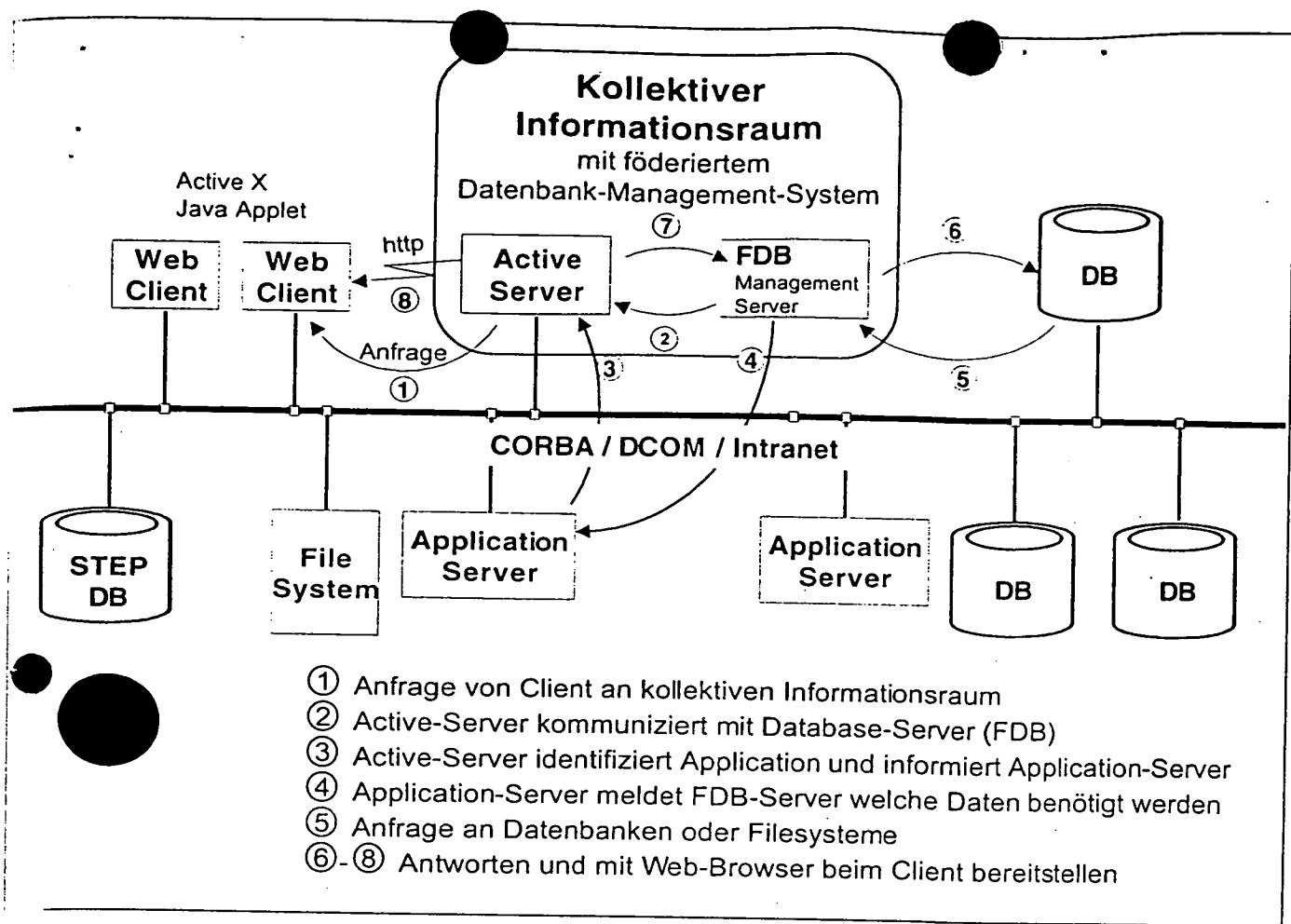


Bild 14: Prinzipieller Ablauf des Zugriffs auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes

Objekten und sorgt dafür, daß der Objektaufruf das richtige Objekt erreicht. Damit ist es möglich, Objekte, Methodenbausteine und Tools zur „richtigen Bedarfszeit“ zu aktivieren und den Basisapplikationen zur Verfügung zu stellen.

In Bild 14 ist der grundsätzliche Aufbau einer föderierten Netzstruktur auf der Basis von Internet-Technologien und der Zugriff auf Objekte über einen ObjectRequestBroker illustriert. Die Benutzer stellen mit Hilfe ihres Clientrechners mit http über das Netzwerk eine Anfrage an den kollektiven Informationsraum. Der ActiveServer innerhalb des kollektiven Informationsraumes identifiziert die Benutzer, prüft Zugriffsberechtigungen, aktiviert notwendige Anwendungen oder Methoden-Bausteine und kommuniziert mit den Datenhaltungssystemen. Die Anwendungsserver melden dem ActiveServer, welche Informationsobjekte oder Daten aus dem kollektiven Informationsraum benötigt werden, und richten die entsprechenden Anfragen an die Datenhaltungssysteme. Die originären Daten, vorinterpretierte Informationen und Informationsobjekte werden nun wieder mittels http an den Clientrechner des Benutzers zurückgeschickt und dort präsentiert.

Mensch-Maschine-Interface

Durch die Möglichkeiten moderner graphischer Benutzerschnittstellen (GUIs, Graphical User Interfaces) wird den Präsentationskomponenten eine zentrale Bedeutung beigemessen. Heutige Benutzer richten ihre Erwartungen an den Eigenschaften moderner

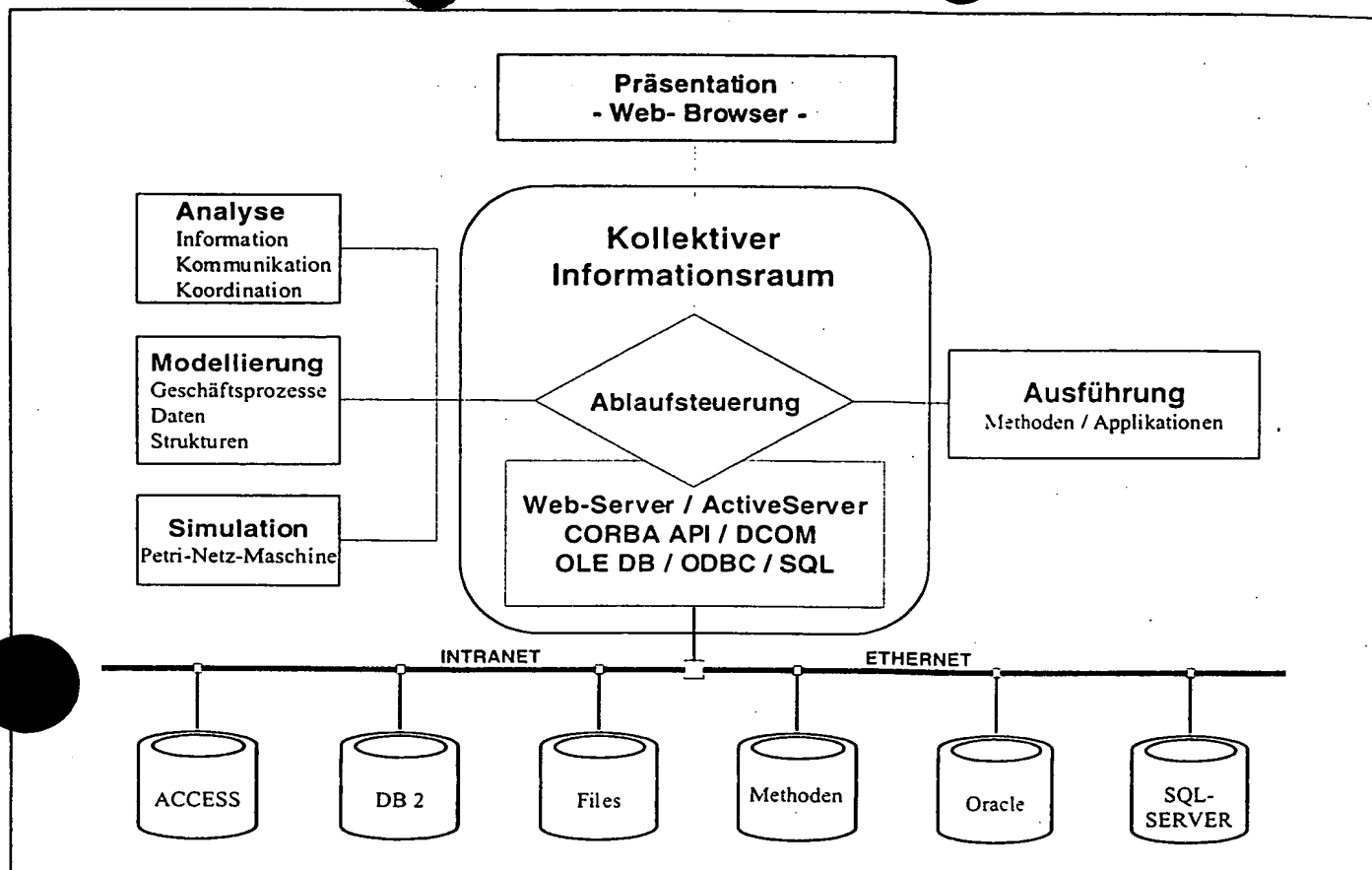


Bild 15: Prinzipdarstellung der „Konzeption der flexiblen Kopplung“ auf Basis von Internet-Technologien

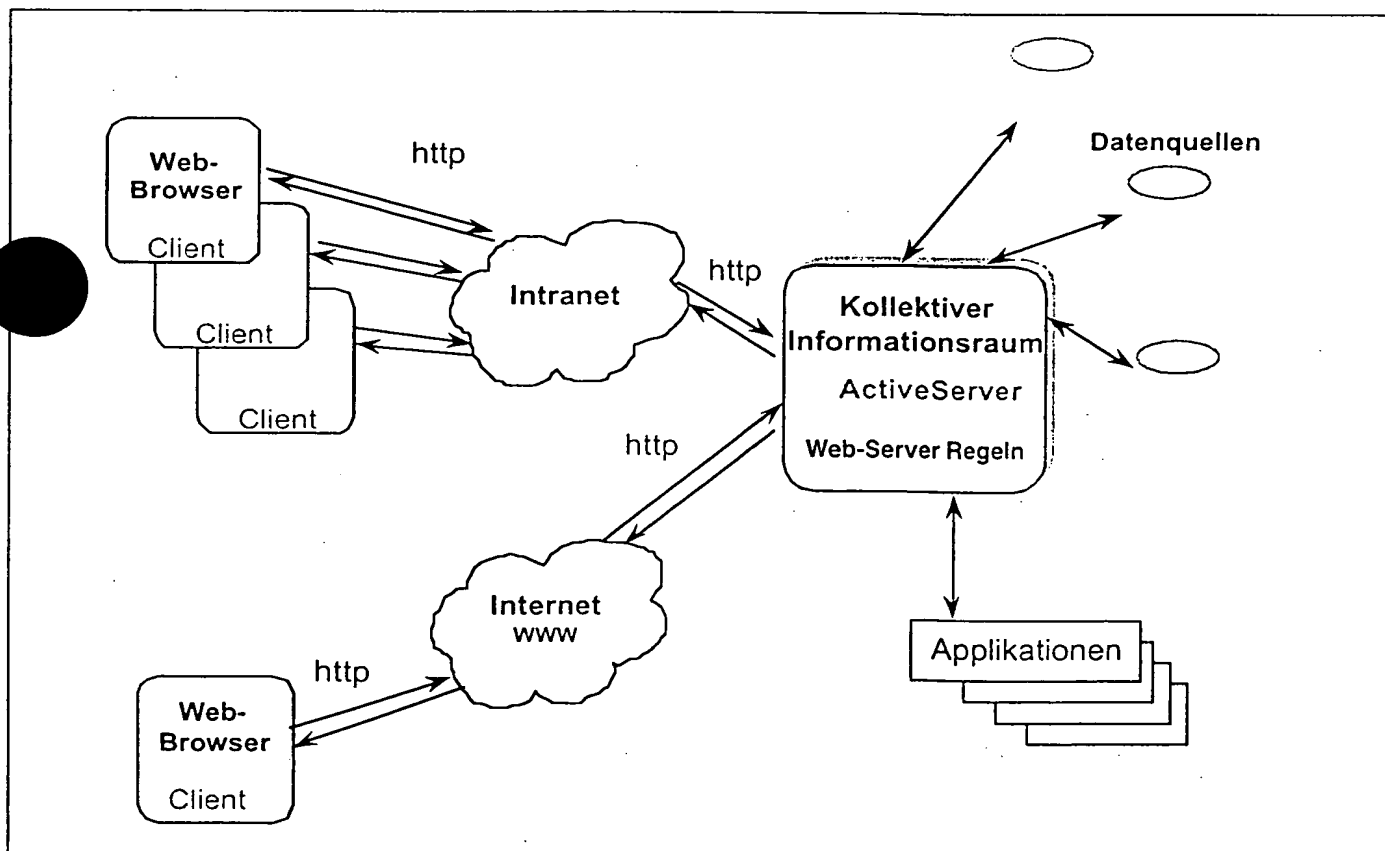


Bild 16: Zugriffsmöglichkeiten auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes über einen Web-Server und integrierten ActiveServer als Middleware-Komponente

ildschirmoberflächen der Macintosh- oder Windows-Welt aus. Die verfügbaren Präsentationsdienste ermöglichen eine problembezogene Gestaltung von Benutzeroberflächen und die Verteilung von Präsentationen.

Entscheidend bei der Gestaltung von Benutzeroberflächen ist die Unterstützung des Benutzers gemäß seinen Anforderungen bei der Ausführung seiner Aktivitäten innerhalb der Geschäftsprozesse. Dazu ist es notwendig, daß die Daten und Informationen aus unterschiedlichen Applikationen in multimedialer Form auf einem Bildschirm für eine optimale Entscheidungsunterstützung bereitgestellt werden. Diesen Anforderungen entspricht in hohem Maße die Konzeption der Informationsobjekte, die prinzipiell der von BILL GATES formulierten Formel „Information at your fingertips“ nahe kommt.

Die Konzeption umfaßt mit einem modifizierten Web-Browser eine Benutzeroberfläche, auf welcher der Anwender einerseits eine schnelle und zielgerichtete Navigation innerhalb des kollektiven Informationsraumes über die Strukturbrowser durchführen kann. Die einzelnen Objekte wie Prozesse, Ressourcen, Standorte, Technologien und Datenbankzugriffe werden hierbei menügeführt definiert. Andererseits besteht für den Anwender die Möglichkeit, Prozesse und Aktivitäten in ihrem Fluß und ihrer Struktur graphisch zu modellieren.

Microsoft ActiveX-Controls werden die graphischen Symbole auf der jeweiligen Prozeßebene platziert. Mit der Platzierung der Symbole werden über Benutzer-Dialogfelder die notwendigen Informationen in der Struktur-Datenbank abgespeichert. Bei der derzeitigen Entwicklung eines Prototypen werden die Datenbanken MS-SQL-Server 6.5 und MS Access eingesetzt. Mit ActiveServerPages, einer Weiterentwicklung der WEB-Seiten Gestaltung in Verbindung mit einem ActiveServer und einem TransactionsServer kann festgelegt werden, welche Anwendungsteile auf dem Server und welche Teile auf dem Client ausgeführt

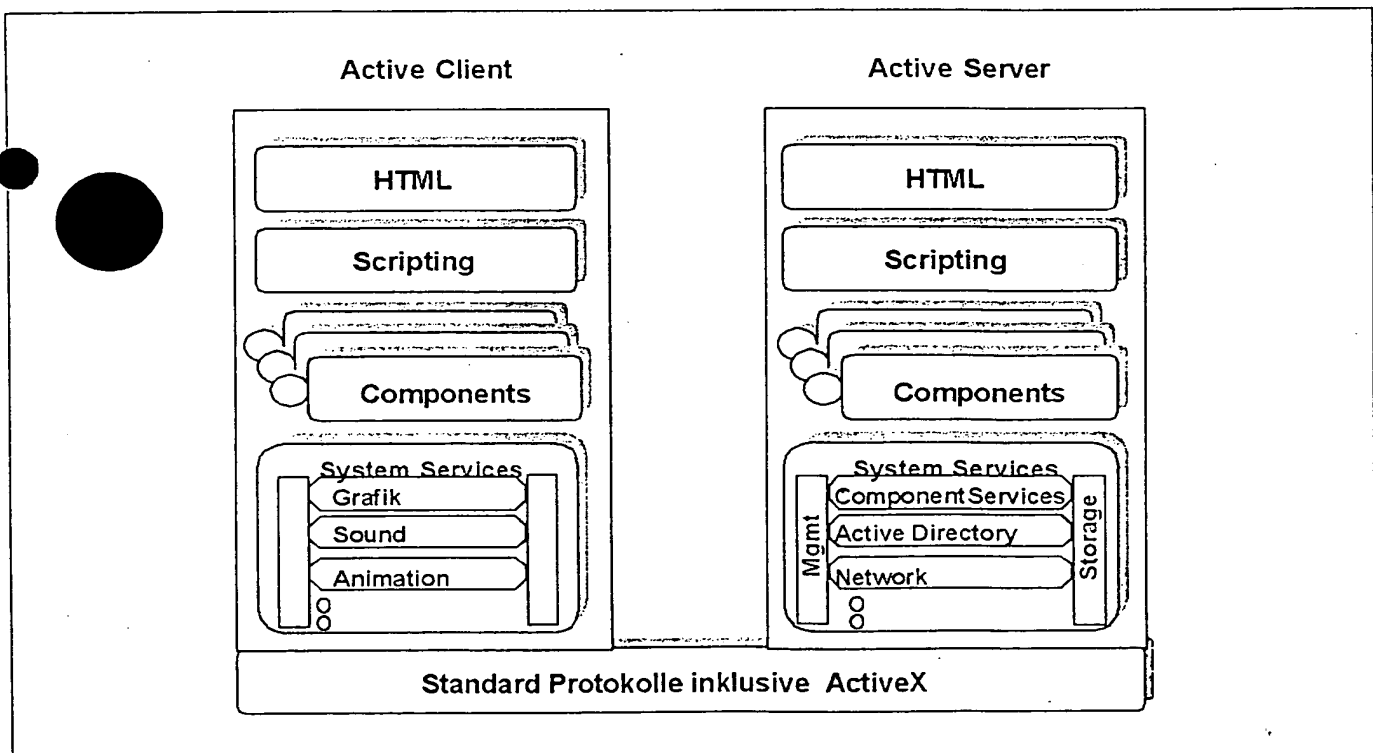


Bild 17: Aufgabenteilung zwischen Client und ActiveServer gemäß den Spezifikationen der DCOM Konzeption der Fa. Microsoft Corp.

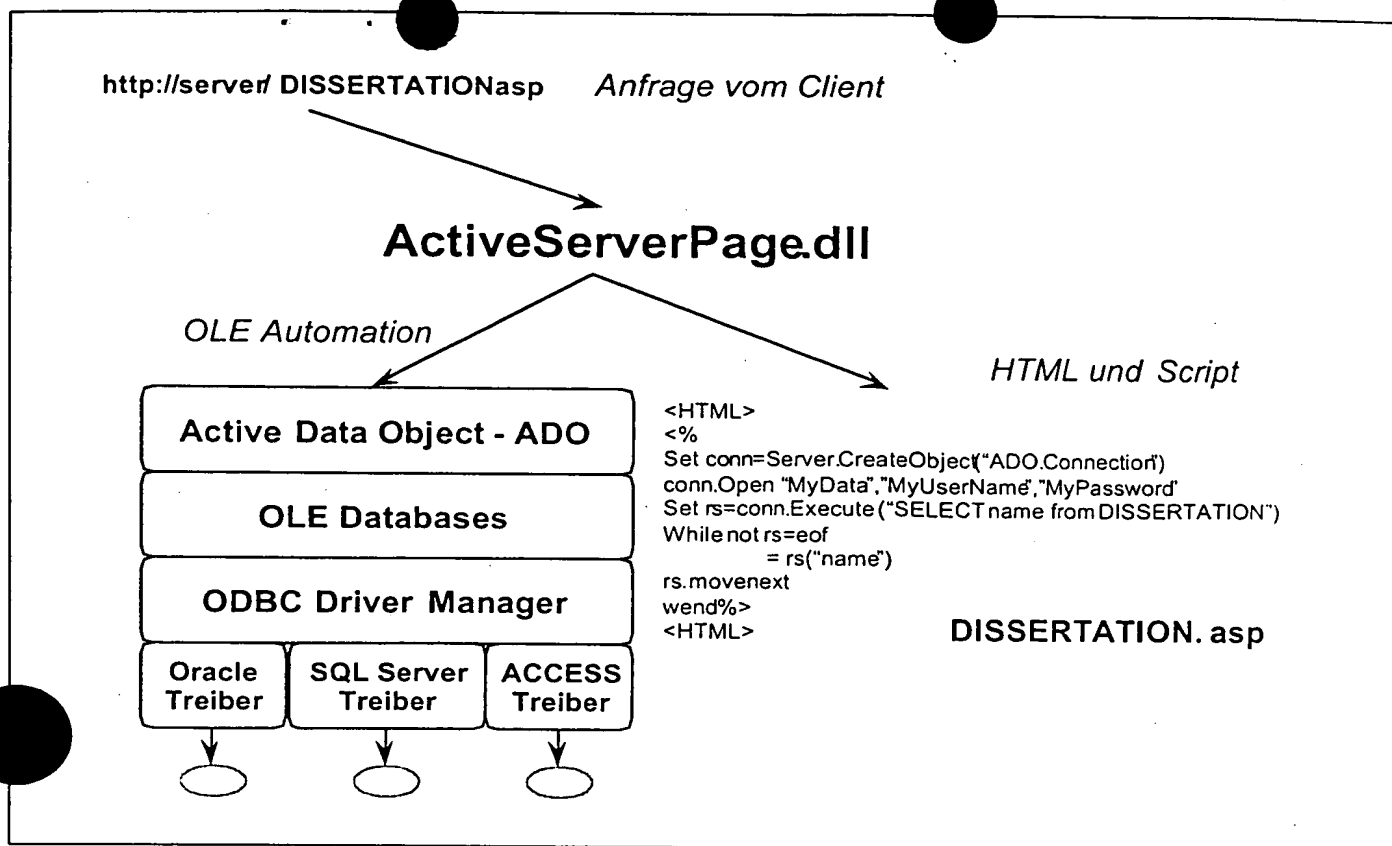


Bild 18: Direkter Datenbankzugriff mit ActiveDataObject und Datenbankkonnektoren auf unterschiedliche Datenhaltungssysteme

werden sollen. Bild 17 verdeutlicht die Zusammenarbeit zwischen Client und Server zum Aufbau dynamischer WEB-Seiten und zur Ausführung unterschiedlicher Components. In den zugehörigen Script-Anweisungen können auf dem Server und auf dem Client komplexe Interaktionsmechanismen programmiert werden. In Zusammenarbeit mit den zur Verfügung stehenden Components, Java-Applets, ActiveX-Controls, Scriptsprachen und den Entwicklungen von DHTML lassen sich sehr dynamische Interaktionen in benutzerspezifischen Ausprägungen erstellen.

Zusätzlich stehen neben den standardisierten Datenbankzugriffen mittels SQL und ODBC wesentlich performativere Datenbankzugriffsmechanismen mittels Datenbankkonnektoren und ActiveDataObjects (ADO) zur Verfügung, so daß die einzelnen Objekte direkt gehandelt werden können.

Bild 18 skizziert einen Datenbankzugriff. Der Client sendet über die URL = `http://server/DISSERTATION.asp` eine Anfrage an den ActiveServer, der mittels OLE Automation den gewünschten Zugriff über die ActiveDataObjects und dem ODBC Driver Manager auf die jeweilige Datenbank realisiert. Über die modulare Oberfläche des modifizierten Web-Browsers als Container für beliebige ActiveX-Controls können zusätzliche Methoden und Fremdapplikationen integriert werden. Diese können CAx-Systeme, PPS-Systeme oder Prozeßleitsysteme, Windows-Applikationen und sonstige Dokumentenverwaltungssysteme sein. Im Sinne einer Integration von betrieblichen Informationssystemen können diese untereinander oder für die informatorischen Belange über das Datenbankmanagementsystem miteinander verbunden sein.

1. Navigation und Systemintegration

232

Wie aufgezeigt, benötigen Mitarbeiter in dezentralen Unternehmenseinheiten eine Bereitstellung strukturierter Informationseinheiten mit an die Aufgabenstellungen angepassten Navigationsmethoden. Visualisierungen sollten semantische Beziehungen darstellen. Computerprogramme können jedoch Dokumente nicht wirklich verstehen. Deshalb ist es vorteilhaft, wenn der Benutzer vor der eigentlichen Informationsbeschaffung auf Informationen über die eigentlichen Daten bzw. Informationen, auf sogenannte Metadaten zurückgreifen kann. Im vorliegenden Konzept stellen Metadaten die im Abschnitt Informationsbeziehungen von Informationsobjekten eingeführten Beziehungscharakterisierungen dar.

Eine effiziente Möglichkeit steht mit der Methode des Strukturbrowsers zur Verfügung, da es für den Nutzer einfacher ist, sich in einer graphischen Karte zu orientieren. Thematisch benachbarte Gebiete stehen dann auch nahe beieinander, wie in einer wirklichen Bibliothek mit systematischer Aufstellung. Für die Auswahl der Informationsobjekte aus dem kollektiven Informationsraum werden die Strukturdimensionen als drei Strukturbäume dargestellt, die der Darstellung einer Dateistruktur analog einem Windows-Explorer ähneln. Die Strukturbäume werden entsprechend den jeweiligen Dekompositionsstufen in immer vertieften Strukturinformationen, in immer tiefer geschachtelten Ästen dargestellt. (GE 1997)

Bild 19 zeigt einen Ausschnitt der Bedienoberfläche mit den Navigationsmöglichkeiten durch die Strukturbrowser. In der oberen Zeile sind die Funktionen Informationsobjekt-Anfrage (Find) zum Starten der eigentlichen Suche in den Strukturen des kollektiven Infor-

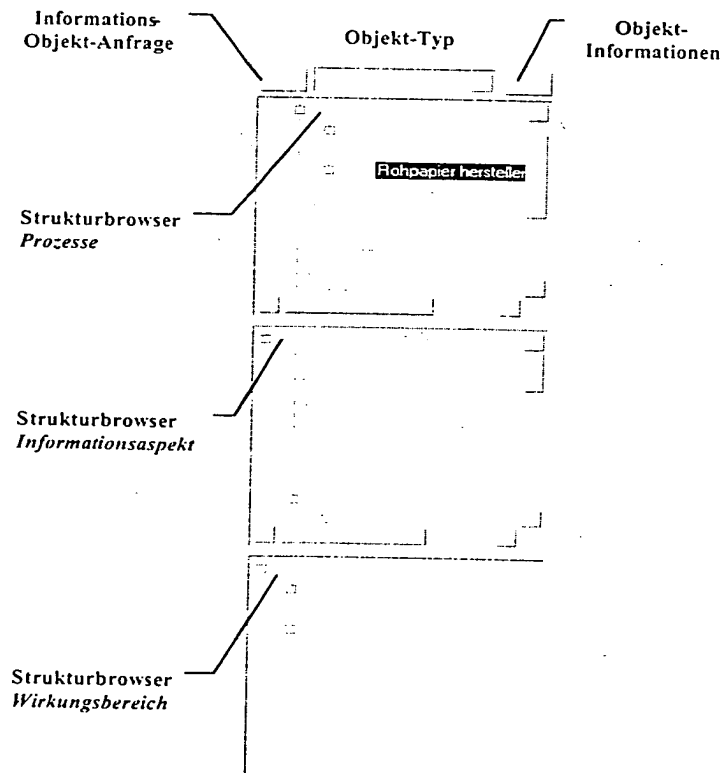


Bild 19: Strukturbrowser als Navigationsinstrumente

207

mationsraumes, die Auswahl der Objekt-Typen und Info- schnellen Information über spezifische Eigenschaften eines ausgewählten Informationsobjektes wie beispielsweise „Kümmerer“ oder Gültigkeitszeitraum angeordnet. Danach folgen die Strukturbrowser der drei Primärdimensionen. Die Navigation innerhalb des kollektiven Informationsraumes kann mit Hilfe der vierten Strukturdimension Objekt-Typ auch selektiver, d.h. bezogen auf eine ausgewählte Dokumentenart, vorgenommen werden.

Nach Auswahl des gewünschten Objekt-Typs und den Selektionen in den Strukturen mit Hilfe der Strukturbrowser, wird über die Schaltfläche die Recherche in den Strukturinformationen des kollektiven Informationsraumes gestartet. Nach Übertragung der Anwenderauswahl an den Server wird in der Serverdatenbank nach passenden Informationsobjekten gesucht. Diese werden als Liste von Information-Beziehungen an den Client zurückgesandt die dann zu den Webseiten führen, die den eigentlichen Inhalt tragen bzw. den Zugriff auf die eigentlichen Informationsquellen wie z. B. Datenbanken erlauben.

Nach der Selektion in den Strukturbrowsern werden die Information-Beziehungen zu den für diese Auswahl verfügbaren Informationsobjekten präsentiert. Durch die verfügbaren Post-it Informationen (Metainformationen, z.B. Kurzbeschreibungen, Objektbesitzer, etc.) der Information-Beziehungen kann der Nutzer durch Anwählen der erweiterten URL zusätzliche Kurzzinformationen zu den verfügbaren Informationsobjekten erhalten. Nach Auswahl der Information-Beziehungen wird zum jeweiligen Informationsobjekt verzweigt, das auf einem beliebigen Server im Intranet/Internet repräsentiert sein kann, und das jeweilige Informationsobjekt wird auf dem Client dargestellt.

Die Eigenschaft der universellen Gestaltungsmöglichkeiten der Informationsobjekte und dem freien Abbild von Daten- und Informationsbeziehungen über aggregierte Informationsobjekte oder Information-Beziehungen zu Objekten oder Methoden, bietet einen schnellen Zugriff auf heterogene und verteilte Daten-, Informations- und Wissensbestände, verbunden mit einer hohen Informationswertigkeit und einer ausreichenden Aktualität. Alle graphischen Elemente sind bidirektional an Informationsobjekten referenziert, so daß die Erstellung der Informationsobjekte während der unterschiedlichen Prozeßstufen durch unterschiedliche Mitarbeiter in CAD-Plänen, Grund- und Verfahrensflißbildern, R&I-Schemata oder Funktionsplänen erfolgen kann. In gleicher Weise wird der integrierte Online-Zugriff auf Bestell- und Lieferanteninformationen eines SAP R/3 Systems eines Informationsobjektes möglich. Damit kann sich der Nutzer neben den originären Informationen des Informationsobjektes sofort und ohne Systemwechsel Zusatzinformationen aus den integrierten Standardsoftware-Anwendungen holen. Mit Hilfe von Methoden können originäre Business-Objekte des SAP R/3 Systems, wie beispielsweise Reports, in der Browserumgebung dargestellt werden. Der Nutzer des kollektiven Informationsraumes benötigt keine weiteren Kenntnisse in Bezug auf das SAP System. Mit denselben Technologien und Verfahren lassen sich ebenso direkte Zugriffe auf Prozeßsteuerungen, z.B. freiprogrammierbare Steuerungen (SPS) realisieren, um damit beispielsweise aktuelle Füllstände oder Verbräuche abfragen zu können.

In der vorliegenden Konzeption wurden mehrere Navigationsmöglichkeiten integriert und in einer prototypischen Anwendung realisiert. Neben der Navigation mit Strukturbrowsern kann mit Hilfe von Blockschaltbildern und „aktiven“ Zeichnungen (active cgm) ein

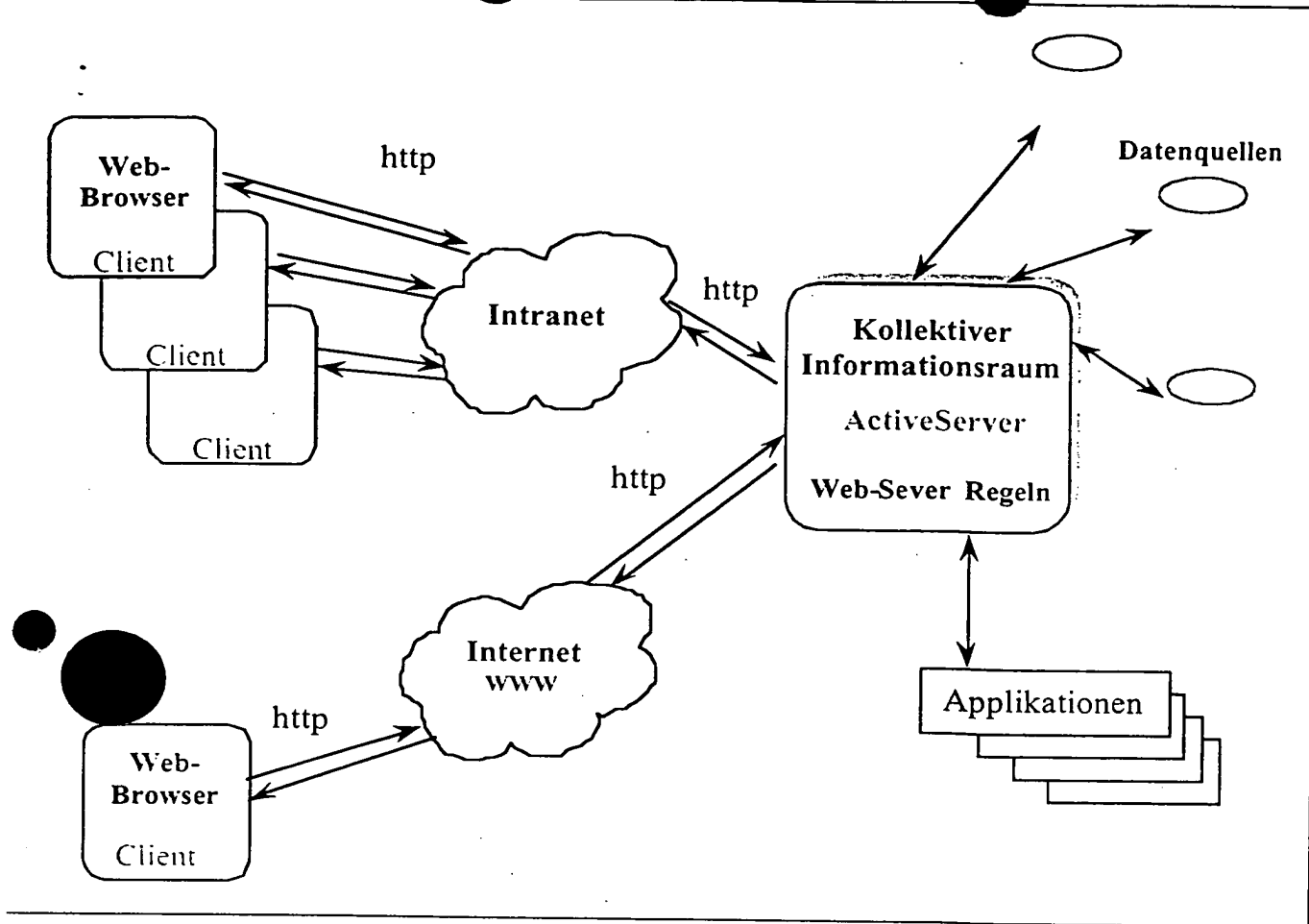


Bild 20: Zugriffsmechanismen auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes

schnelles und sicheres Auffinden von Informationsobjekten über unterschiedliche Zugangspfade sichergestellt werden.

Ein langfristiges Ziel der Unterstützung von föderierten Informationssystemen ist eine einheitliche Architektur für alle greifbaren Objekte und den zwischen ihnen ablaufenden Protokollen in einer offenen Umgebung. Konzeptionelle Grundlagen dafür bilden einerseits definierte Objektmodelle auf der Basis des Distributed Component Object Models (DCOM) der Fa. Microsoft Corp. und der zugehörigen Objektvermittler und andererseits die Zugriffsmechanismen der Internet/Intranet-Technologien auf entsprechenden Web-Servern.

Bild 20 verdeutlicht die Zugriffsmechanismen auf Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes mit Hilfe der Internet-Technologien. Der Benutzer (Client) greift über das Netzwerk (intern oder extern) mit dem Standardprotokoll Hypertext-Transfer-Protokoll (http) auf einen Web-Server zu. Dieser Web-Server enthält zusätzlich einen ActiveServer (Middleware), der die logische Verwaltung und die Ablaufsteuerung des kollektiven Informationsraumes übernimmt. Gleichzeitig werden in diesem ActiveServer alle notwendigen Regeln und Zugriffsmechanismen definiert. Dadurch können prinzipiell alle Datenbestände und Anwendungen im Netzwerk bereitgestellt werden.

Ein Benutzer kann mit unterschiedlichen Methoden in der Struktur des kollektiven Informationsraumes navigieren. Die Navigationshilfen können semantische Beziehungen

zwischen Informationsobjekten darstellen. Das vor- und rückwärtige Verfolgen der Informations-Beziehungen der Informationsobjekte erlaubt einen Einblick in die Vernetzungsstruktur eines Informationsobjektes. In der vorliegenden Konzeption wurden mehrere Navigationsmöglichkeiten aufgezeigt und in einer prototypischen Anwendung realisiert. Die Navigation mit Hilfe der Strukturbrowser, von Blockschaltbildern und Zeichnungen in den drei Primärdimensionen des kollektiven Informationsraumes, erlaubt ein schnelles und sicheres Auffinden von Informationsobjekten über unterschiedliche Zugangspfade. Die Einführung der zusätzlichen Strukturdimension Objekt-Typ ermöglicht eine schnelle Eingrenzung relevanter Informationsobjekte aus einem größeren Informationsangebot bei spezifischen Aufgabenstellungen.

Bild 21 verdeutlicht die Mechanismen der Integration von bestehenden Anwendungen. Beispielhaft wird gezeigt, daß es natürlich intensive Benutzer eines Business-Systems SAP R/3 oder eines BUIS (Betriebliches Umwelt-Informationssystem) gibt, die direkt in den jeweiligen Systemen arbeiten werden. Jedoch gibt es ebenso Anwender, die lediglich eine begrenzte Auswahl an Informationen oder Funktionalitäten dieser Systeme benötigen. Diese Nutzer können nun in einer einheitlichen Systemumgebung des kollektiven Informationsraumes bleiben und ohne spezifische Kenntnisse der jeweiligen Anwendungen auf Informationen und Funktionen dieser Anwendungen zugreifen.

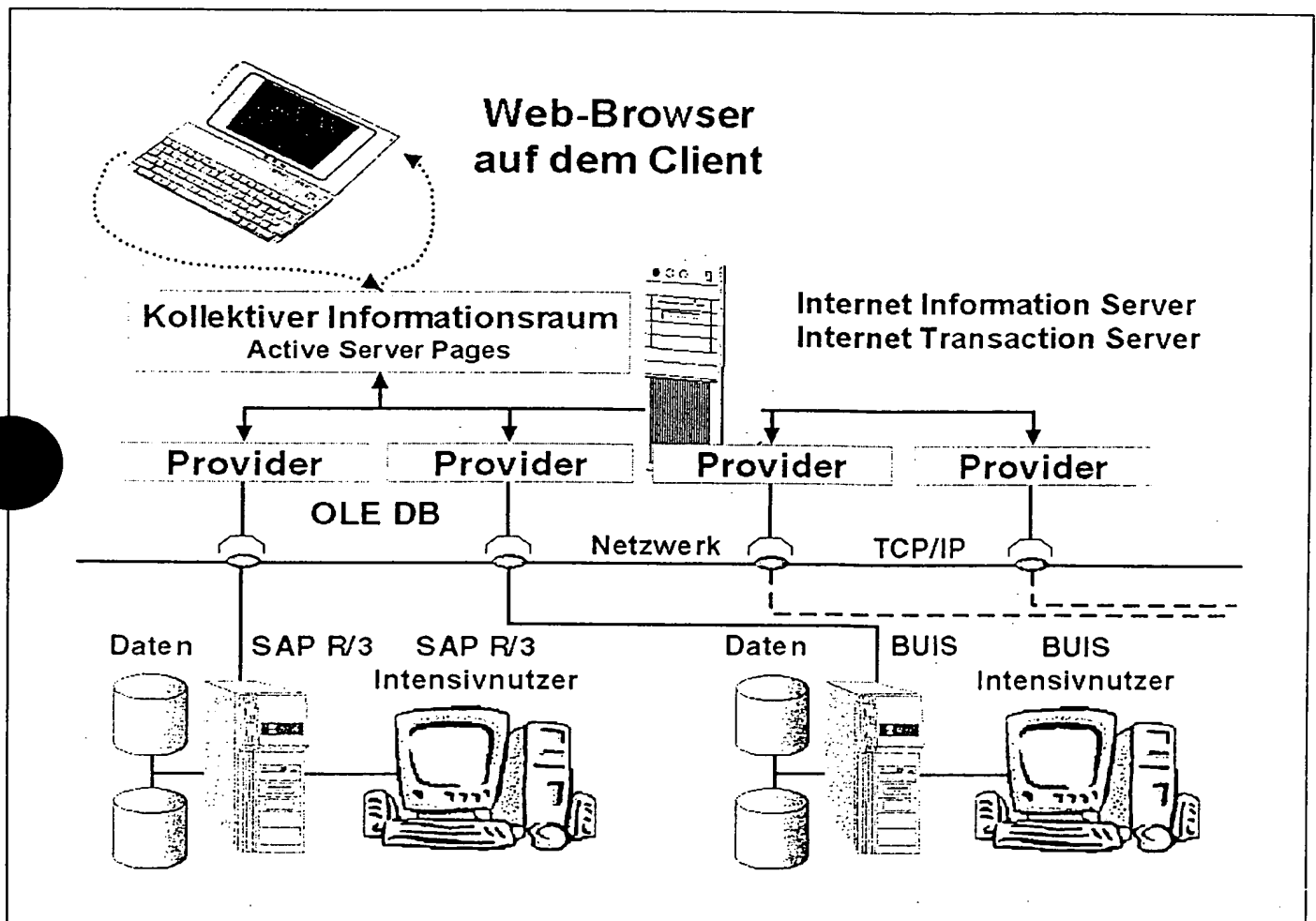


Bild 21: Zugriffe auf Informationen und Funktionen dezentraler Systeme mit Hilfe des kollektiven Informationsraumes

3. Informieren, wissen, handeln

Grundlagen und Lösungsansätze

von Karl-Heinz Sternemann

1. Die Anforderungen	62
2. Information, Kommunikation und Wissen im Unternehmen	64
3. Das Informations-Paradox	67
4. Der Ansatz „Kollektiver Informationsraum“	72
5. Die Konstruktion des kollektiven Informationsraums	74

Leitaussagen:

- Wissen ist eine für den Unternehmenserfolg kritische Ressource. Die Betrachtung der Wettbewerbsfähigkeit verschiebt sich von den Kosten der Produktion zu einem „Mehrwert“, der am Markt durch wissensbasierte Leistungen geschaffen wird. Es geht also darum, einerseits das „richtige“ Wissen zu erzeugen. Andererseits muß das Wissen so eingesetzt werden, daß ein möglichst hoher Mehrwert erzeugt wird.
- Die transparente Gestaltung von Prozessen und die Integration von Abläufen durch eine effizientere Nutzung von wissensbasierten Informationssystemen werden immer wichtiger.
- Verfügbare Informations- und Expertensysteme zeigen bei der Verknüpfung von Daten, Informationen und Wissen erhebliche Defizite. Diese computerbasierten Werkzeuge sind meist einzelplatzorientiert und auf bestimmte Aufgaben zugeschnitten.
- Die Integration verschiedener Wissensbereiche in eine gemeinsame Wissensbasis und deren dynamische Bereitstellung ist eine primäre Anforderung an entscheidungsunterstützende Informationssysteme. Das Wissen über Handlungsalternativen, die Fähigkeit, die jeweils beste Handlungsalternative auszuwählen und zu verfolgen, die Lernfähigkeit und das organisatorische Gedächtnis müssen zukünftig durch Informationssysteme unterstützt werden.

1. Die Anforderungen

Die wesentlichen Bedingungen, denen das Informations- und Wissensmanagement in modernen Organisationsstrukturen unterliegt, wurden im ersten Abschnitt dieses Buches bereits angesprochen. Außerdem sind dort sowie auch im zweiten Kapitel wichtige Werkzeuge und Methoden vorgestellt, die den Umgang mit der Ressource Information im Unternehmen unterstützen. Trotz der existierenden bzw. entstehenden Lösungen sind grundsätzliche Fragen zum Informations- und Wissensmanagement noch ungeklärt, müssen Konzepte und Systeme entwickelt werden, die weit über den Stand der Technik hinausgehen.

In der Betriebswirtschaftslehre werden Organisationen als sozio-technische Systeme bezeichnet, die Informationen gewinnen, verarbeiten und produzieren. KÜHNLE fordert „[...] leistungsfähige Informations- und Kommunikationsmechanismen, die eine Informationsversorgung nach dem 'Holprinzip' ermöglichen.“ Entscheidungen sind folglich Ergebnisse und auch Bestandteile von Informationsprozessen. WEIZENBAUM formulierte in diesem Zusammenhang: „Wir suchen Entscheidungen und ertrinken in Informationen“. Informationsverarbeitung wird zum Schlüsselfaktor, wobei gleichzeitig eine zunehmende Datenüberflutung beklagt wird, die zum unproduktiven Umgang mit Informationen führen kann.

Die zunehmende Informationsintensität erfordert die strukturierte Vorhaltung erheblicher Mengen relevanter Unternehmensdaten. Ein und derselbe Datenbedarf kann an mehreren Orten auftreten und muß unterstützt werden. KÜHNLE schreibt: „[...] zielgerichtetes Arbeiten mit Informationen ist ohne deren Übermittlung, also Kommunikation, nicht möglich. Information und Kommunikation bedingen einander“ (Warnecke 1995).

Konventionelle Trägermedien der Information wie Formulare, Arbeitsanweisungen oder sonstige Papiere erweisen sich zunehmend als ungeeignet, da die Bereitstellung relevanter Daten oft mit langwierigem Suchen verbunden ist. Ein selektiver und unmittelbarer Zugriff ist nicht möglich. Ebenso scheidet eine gleichzeitige Nutzung an mehreren Orten aus.

Die Integration verschiedener Wissensbereiche in eine gemeinsame Wissensbasis und deren dynamische Bereitstellung ist folglich eine primäre Anforderung an entscheidungsunterstützende Informationssysteme. Das Wissen über Handlungsalternativen, die Fähigkeit, die jeweils beste Handlungsalternative auszuwählen und zu verfolgen, die Lernfähigkeit und das organisatorische Gedächtnis müssen zukünftig durch Informationssysteme unterstützt werden.

Die informationstechnische Unterstützung von Geschäftsvorgängen muß in dezentralen Strukturen vier wichtigen Aspekten Rechnung tragen:

- kooperative, durch anwendungsspezifische geprägte Wissensverarbeitung,
- physische und logische Verteilung von Daten und Anwendungen,
- alle Arten hardwarebezogener sowie syntaktischer und semantischer Heterogenität,
- zumindest partielle Autonomie einzubeziehender Systeme.

Im Forschungsprojekt DYNAPRO (Dynamische Produktions- und Organisationsstrukturen in einem turbulenten Markt) wurde unter anderem erarbeitet, daß der Mensch in den Mittel-

punkt neuer Informationssysteme gestellt werden muß. GEIKE und NEEF fordern dort: „[...] Die Dezentralisierung der Organisation macht auch eine Dezentralisierung der Information notwendig.“

Aufgrund der schnellen Verbreitung von Rechnern aller Art und deren fortschreitender Vernetzung sind für die Gestaltung von Informationssystemen zwei weitere wesentliche Forderungen zu erfüllen:

- In verteilten Informationssystemen sollte auf der konzeptionellen Schicht die Einheit gewahrt sein. Die darunterliegenden Schichten werden jedoch verteilt verwirklicht.
- In heterogenen und interoperablen Informationssystemen werden mehrere selbständige Informationssysteme, die auch gemäß unterschiedlicher Datenmodelle gestaltet sein können, gekoppelt. Für den einzelnen Benutzer sollte eine einheitliche Sicht auf das Gesamtsystem angeboten werden.

Gerade in prozeßorientierten Umfeld entspringen Informationen und Wissen einer bestimmten Situation. Gerade Wissen entsteht in einem abgegrenzten Umfeld, zunächst möglicherweise ohne Bezug zu anderen Fachabteilungen, die jedoch durchaus auf diesem Wissen aufbauen müssen. Für die Spezialisten bzw. den jeweiligen Wissensträger ist es leicht möglich, innerhalb des eigenen Arbeitsbereiches Informationen richtig einzuordnen und zu strukturieren. Dies jedoch für das Gesamtunternehmen zu gewährleisten bedarf einer kollektiven Wissensbasis, die neben optimierten Navigationsmechanismen zum gezielten und schnellen Finden von Informationen, insbesondere aber die Prozeßintegration der vorhandenen Werkzeuge und Systeme in einer Benutzerumgebung, ermöglicht.

Daraus lassen sich folgende Anforderungen ableiten:

- Informationen müssen leicht auffindbar und das Auffinden der Information muß reproduzierbar sein
- Das Navigieren muß einfach und eindeutig sein.
- Informationsobjekte müssen im Entstehungskontext repräsentiert werden.
- Bei Bedarf müssen Informationen aus verschiedenen Einzelobjekten zusammengestellt werden können.
- Sowohl lineare als auch vernetzte Strukturen müssen unterstützt werden.
- Um Alternativen zu erkennen und weitergehende Betrachtungen zu einem Thema vorzustellen, sollten relevante Beziehungen zum aktuellen Informationsobjekt visualisierbar sein.
- Die Inhalte müssen aktuell sein.

2. Information, Kommunikation und Wissen im Unternehmen

Eigentlich wäre spätestens hier eine grundsätzliche Klärung der Nomenklatur notwendig. Daten, Informationen, Wissen – die Begriffe werden vielfältig verwendet, aber selten präzise definiert. Auch wir wollen nicht in den Gelehrtenstreit um richtige Begriffsdefinitionen eingreifen, sondern eine pragmatische Klärung anhand einer kurzen Übersicht anstreben.

	Individuelle Ebene	Organisatorische Ebene
Daten	Symbole oder Zeichenketten, die Objekten, Personen, Vorgängen oder Zuständen der Realität oder der Vorstellungswelt des Menschen zugeordnet sind.	Die Gesamtheit der verfügbaren Texte, Zahlen, Statistiken, Graphiken, Bilder, Audio- und Videodokumente usw. – unabhängig von deren Nutzen für die jeweilige Unternehmung.
Information	Das kontextabhängige Ergebnis der wissensgesteuerten Interpretation von Umweltreizen durch Menschen.	Jene Teilmenge der Daten, die für die eigene Unternehmung ausgewählt, geordnet, gespeichert und verfügbar gemacht wird.
Wissen	Eine Menge von längerfristig verfügbaren aktiven Komponenten, die ihre Verarbeitung bzw. Aktivierung selbst steuern.	Von Menschen verstandene Information.

Tabelle 1: Definition der Begriffe Daten, Information und Wissen (Auszug aus Maier 1996)

Beim Wissensbezug finden sich vor allem drei Ansätze zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen Information und Wissen:

- Information kann als Teilmenge des Wissens bezeichnet werden,
- Wissen wird zur Interpretation (von Daten und Informationen) verwendet.
- Wissen ist die Erkenntnis von Zusammenhängen, womit ein bestimmtes Ergebnis erzielt werden kann.

Eine wesentliche Unterscheidung ist zwischen individuellem und kollektivem Wissen zu treffen. Für die Unternehmen mit koordinierten Handlungszusammenhängen ist das kollektive Wissen bedeutender. Kollektives Wissen ist eine Mischung aus explizitem und verborgenem Wissen und ist in ein Netz von Beziehungen eingebettet, so daß es nicht in Einzelteile zerlegt und als solches imitiert oder erworben werden kann (Schneider 1996).

Für den vorliegenden Zusammenhang erscheint es ausreichend,

- Daten als die technische Repräsentation von Informationen zu definieren,
- Information auf den Prozeß der Übermittlung und Speicherung zu beschränken,

- Interpretation als Verarbeitung von Information mit Wissen zu betrachten, und
- Wissen als komplexe, die Handlungskompetenz bzw. kognitive Entscheidungskompetenz eines Menschen repräsentierende Struktur zu sehen.

Bezogen auf den Aspekt der Kommunikation, also den Austausch von Informationen oder Wissen muß man heute über das hinausgehen, was SHANNON und WEAVER in ihrem nachrichtentechnischen Kommunikationsmodell betrachten.

Dabei ist die pragmatische Dimension der Kommunikation besonders zu beachten. Die „Technische Kommunikation“ beschrieb SHANNON in einem statischen Modell. Voraussetzung der Nachrichtenübertragung ist nach Shannon die Existenz eines Kommunikationssystems. Ein solches System beschreibt er mit folgenden Komponenten:

- Die Informationsquelle erzeugt Nachrichten oder Teile von Nachrichten als Mitteilung für ein Zielobjekt.
- Der Sender produziert eine Sequenz von Signalen, die sich über einen Kanal übermitteln lassen.
- Dieser Kanal stellt lediglich ein Übertragungsmedium dar, durch welches die Signale vom Sender zum Empfänger übermittelt werden.
- Während des Übermittlungsvorganges können die Signale im Kanal durch eine Geräuschquelle gestört und verfälscht werden.
- Der Empfänger macht prinzipiell die gleichen Operationen in umgekehrter Reihenfolge, indem er aus den Signalen möglichst genau die ursprüngliche Nachricht wieder herstellt.
- Die Nachrichtensenke (Destination) ist der Adressat der Nachricht und kann gleichermaßen für eine Person oder für eine Sache stehen.
- Die Nachrichtensenke benötigt ein apriorisches Wissen mit Bezug auf die Informationsquelle, welche ihr das Verstehen der übermittelten Nachricht ermöglicht.
- Die Mindestvoraussetzung einer erfolgreichen Nachrichtenübermittlung ist, daß die Informationssinke den Zeichenvorrat der Informationsquelle kennt.

Die Informationstheorie von Shannon wurde durch WEAVER in einen breiteren wissenschaftlichen Kontext eingebettet (Shannon/Weaver 1969). Er verwendet Kommunikation in einem erweiterten Sinn mit den drei Teilproblemen:

- Technik: Wie genau können Kommunikationssymbole übermittelt werden?
- Semantik: Wie präzise behalten die Symbole bei der Übertragung die vom Sender intendierte Bedeutung?
- Wirkung: Wie genau stimmen die erwarteten Wirkungen mit den durch die empfangenen Signale eingetretenen Wirkungen überein?

Weaver ist überzeugt, dass die Shannonsche Theorie zunächst nur eine Lösung für das technische Problem darstellt, die jedoch auf die anderen Probleme übertragbar ist. Im Gegensatz zu SHANNON betrachtet NAUTA das informationsempfangende, -verarbeitende und -aussendende System als ganzes. Er bezeichnet ein solches System als I-System, entsprechend Bild 1 als System eines Individuums (Nauta 1972).

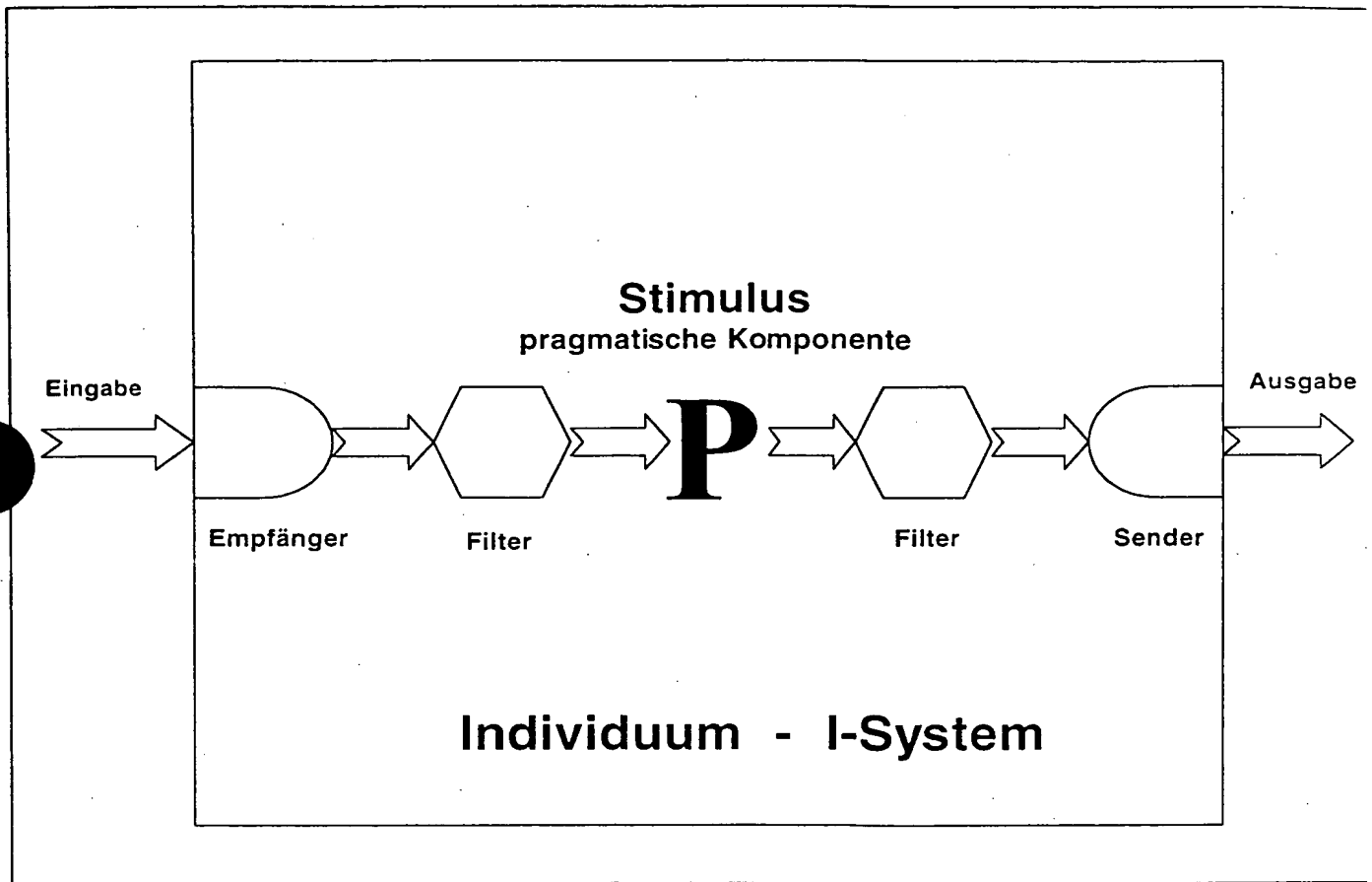


Bild 1: Visualisierung des „Kybernetischen Modells der Semiose“ nach Nauta.

Im Informations-System nach Nauta vollzieht sich die Semiose, also die „Zeichenbildung“ folgendermaßen:

- Der Empfänger fängt einen Informationsträger ein.
- Der nachfolgende Filter erkennt den Informationsträger als Zeichen.
- Dadurch wird der innere Zustand (Stimulus) des I-Systems verändert.
- Die pragmatische Komponente regt den nachfolgenden Filter zur Vorbereitung eines zielgerichteten Verhaltensmusters an.
- Der Sender gibt dieses Verhaltensmuster an die Außenwelt ab.

Das Zeichen des Informationsträgers muß, damit es als Zeichen erkannt werden kann, eine syntaktische Komponente (einen geordneten inneren Aufbau) besitzen. Damit sich der innere Zustand P ändert, benötigt es eine semantische Komponente, d.h. eine Bedeutung für das I-System. Daraus ist zu folgern, daß die Menschen die Bedingungen für ihre Verständigung aus sich selbst heraus entwickeln müssen. Voraussetzung für ein teamorientiertes und unter-

nehmensweites Informationssystem sind folglich einheitliche Begriffe, die unternehmensweit einheitlich beschrieben und modelliert werden. Danach können auf dieser Basis Informationen zwischen verschiedenen Mitarbeitern oder Abteilungen ausgetauscht werden. Diese Definitionen stellen gleichzeitig die Grundlage für die Wiederverwendbarkeit von Informationen dar.

Die pragmatische Komponente benötigt nach NAUTA einen Stimulus, damit ein Verhaltensmuster erzeugt und weitervermittelt wird. Die Umschreibung der pragmatischen Komponente bereitet die meisten Schwierigkeiten, da kein wissenschaftliches Konzept zur ihrer Messung existiert. Individuelle Informationsbedürfnisse, der situative Kontext und die Motivation spielen eine wichtige Rolle. NAUTA leitet daraus ab, daß ein Maß für die pragmatische Komponente der Geldwert sein könnte, den ein Individuum zu zahlen bereit sei, um an eine Information zu gelangen.

Modelle zur ganzheitlichen Unterstützung von Teamarbeit im operativen Umfeld müssen alle Wissensbereiche umfassen, die im Laufe der unterschiedlichen Prozeßschritte verwendet werden. Da die Möglichkeiten gewöhnlicher Datenbanksysteme normalerweise nicht ausreichen, versucht man, die Vorteile von Datenbanksystemen und Wissens-Representations-Systemen zu verbinden. Informationssysteme basieren in den meisten Fällen auf einem Schnittstellenansatz. Daten werden über meist proprietäre Schnittstellen ausgetauscht, wobei die strukturellen und technischen Details aller beteiligter Objekte und ihrer Umgebung bekannt sein müssen. Diese Systeme entsprechen nicht mehr den heutigen Flexibilitätsanforderungen. Gefordert sind Modularität, flexible Kopplung und Modellierung. Das „Programm“ tritt in den Hintergrund, statt dessen steht die eigentliche Anwendung im Vordergrund. Anwender eines Informationssystems wollen ein Email lesen, eine Grafik betrachten oder Informationen über Einsatzstoffe in einer Gefahrstoffdatenbank abfragen.

Alles fließt! Ein von Heraklit formulierter Gedanke vom Fluß aller Dinge scheint auch in der heutigen Zeit aktueller denn je zu sein. Komplizierte Zusammenhänge, unüberschaubare Strukturen, Abhängigkeiten und dynamische Prozesse entziehen sich der Nachvollziehbarkeit. Bei komplexen Systemen geht es nicht mehr darum, eine bestimmte Struktur am Leben zu erhalten, sondern die Dynamik des ständigen Wechsels des Systems in den Griff zu bekommen. Das vormals vorherrschende Organisationsprinzip der hierarchischen Trennung geistiger und planender Aufgaben von den durchführenden Aufgaben der Arbeiter wird durch neue Konzepte abgelöst. Diese Konzepte benötigen die Unterstützung durch neuartige Informations- und Kommunikationstechnologien (Warnecke 1993; Klein/Hall 1988; Drucker 1988; Womack/Jones/Ross 1992).

3. Das Informations-Paradox

Spricht man heute über „Information“, wird häufig zweierlei konstatiert: zum einen stehen die Unternehmen vor der gewaltigen Herausforderung, die überbordende Informationsflut zu bewältigen. Dieses Problem wird sich in Zukunft noch verschärfen. Gleichzeitig wird jedoch beim Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien bemängelt, daß trotz des gewaltigen Angebotes an Information für eine effiziente Bewältigung von Aufgaben die eigentlich relevanten Informationen fehlen. Es zeigte sich, daß auch zu wenige

Informationen zum Problem beim Einsatz von Informationstechnologien werden können. Bestehende Methoden und Systeme offenbaren bei einer integrierten Bereitstellung strukturierter Unternehmensdaten Defizite.

Stellen Sie sich vor, Sie suchen im Internet zu einem bestimmten Problem mit Hilfe mehrerer Schlagwörter eine Lösung. Sie drücken auf return, lösen den Vorgang „Suchen“ aus, warten und nach einiger Zeit lesen Sie „456798 gefundene Einträge, die 10 besten Treffer zuerst“. Um diese Liste abzuarbeiten bräuchten Sie 13 703 940 Sekunden (angenommen, das Überfliegen eines Eintrages würde Sie 30 Sekunden kosten), oder 228 399 Minuten oder 3 806 Stunden oder 158 Tage.

Bei synchronen Funktionsketten wird die zur Verfügung stehende Informationsmenge nach dem Push-Prinzip weitergegeben und dahingehend reduziert, daß nur auf die Informationen fokussiert wird, die in einem spezifischen Moment zur Aufgabebearbeitung jeweils erforderlich erscheinen. Da Informationen in der Regel nicht gespeichert werden, werden nur die im Augenblick erzeugten und vermittelten Informationen als relevant betrachtet. Dies bedeutet jedoch, daß nur ein Ausschnitt relevanter Informationen in die menschliche Verarbeitungskette eingefügt wird. Die aufgenommene Information ist dabei in der Regel viel geringer als zumindest subjektiv erwartet, was dann von den Benutzern derartiger Systeme als Informationsarmut empfunden wird (siehe Bild 2).

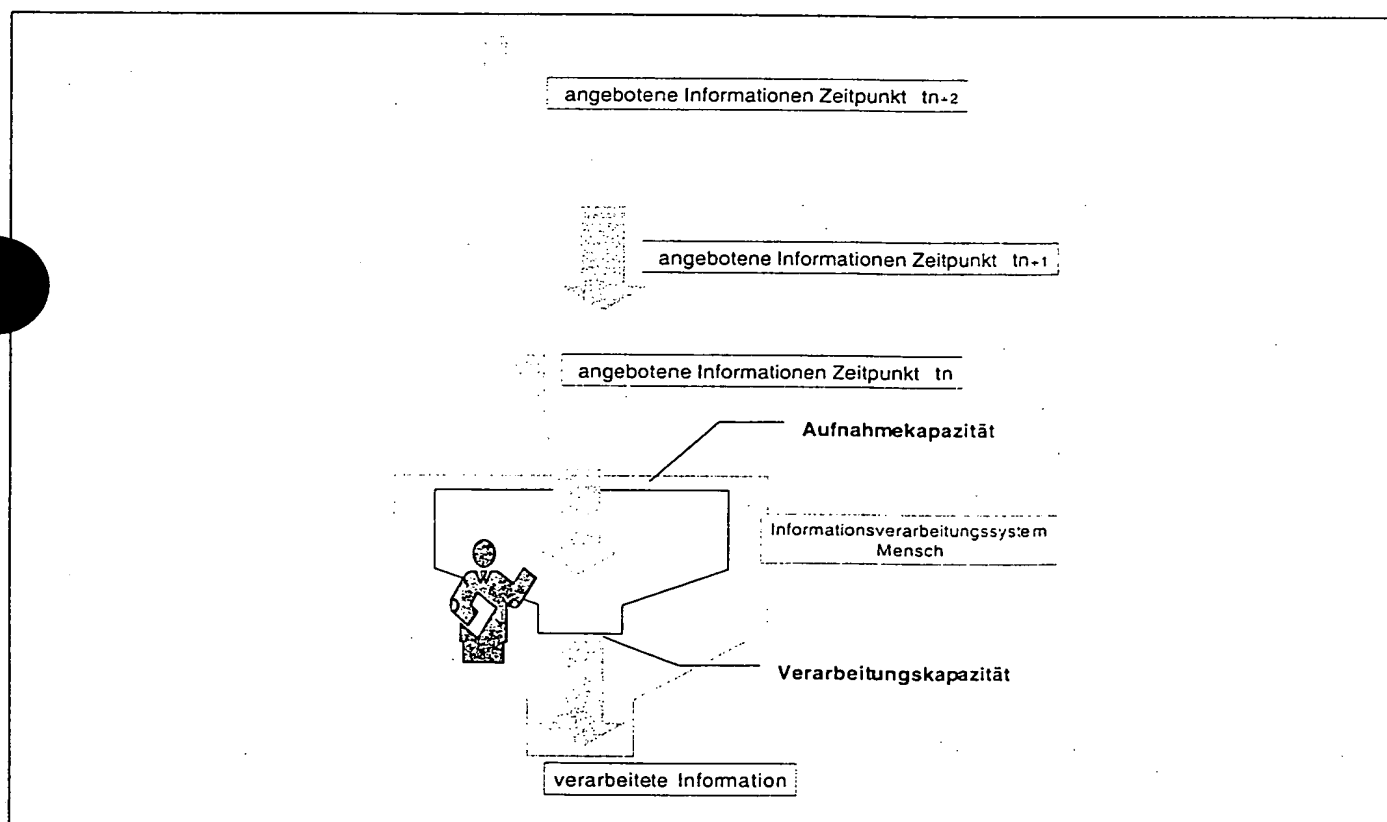


Bild 2: Empfundene Informationsarmut aufgrund reduzierter Informationsweitergabe in synchronen Funktionsketten

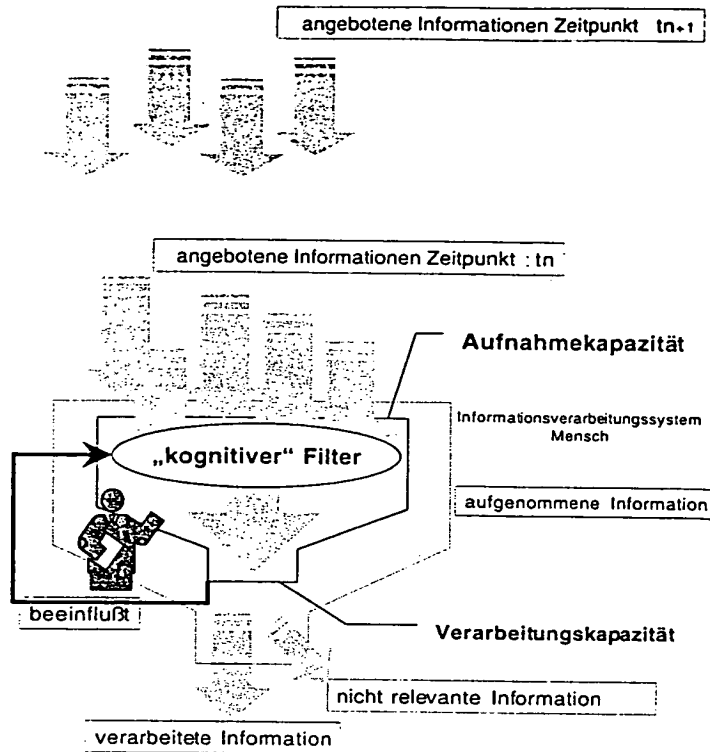


Bild 3: Informationsüberlastung aufgrund gepufferter Informationsmengen in asynchronen Informationsketten

Müssen jedoch Informationen in asynchronen Arbeitsfolgen verarbeitet werden, existieren Informationsspeicher im Sinne eines Puffers. In diesen Puffer laufen zunächst die Informationen ein und müssen danach durch einen Benutzer abgearbeitet werden. Dabei wird ein „kognitiver“ Filter des Menschen wirksam, der aufgrund von Kontextinformationen (z.B. Absender, Datum) entscheidet, welche Informationen verworfen oder verarbeitet werden. Dieser „kognitive“ Filter wird von der aktuellen Verarbeitungskapazität, der Umfassung des Menschen und den allgemeinen strategischen Rahmenbedingungen gesteuert. In einem solchen Puffer können in kurzer Zeit so viele Informationen einlaufen, daß damit die Verarbeitungskapazität des Menschen überlastet wird. In diesem Fall führt die Informationsmenge zu der in Bild 3 skizzierten Informationsüberlastung.

Diese Situationen erscheinen zunächst paradox. Einerseits wird die Fülle an Information als belastend empfunden, andererseits werden eher zu wenig Informationen der menschlichen Informationsverarbeitung angeboten. Das Paradoxon löst sich auf, da zwei unterschiedliche Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung betrachtet werden: einerseits die Aufnahme- und andererseits die Verarbeitungskapazität. Insgesamt stellt sich die Frage, wie eine zur Ausführung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens notwendige adäquate Informationsversorgung realisiert werden kann. Die dynamische Entwicklung und der Gebrauch von Informationen in den Unternehmensprozessen sowie die Beziehungen zwischen verschiedenen Informationen und deren Änderungshäufigkeit muß systemtechnisch erfaßt und effizient für die Anwender bereitgestellt werden. Eine effiziente Bereitstellung von Informationen in dezentralen Strukturen bedeutet:

- die strukturierte Vorhaltung relevanter Unternehmensdaten,
- die Visualisierung von Informationen,
- die bedarfsgerechte Aktualisierung von Informationen,
- die Integration der dazu notwendigen Methodenaufrufe und
- eine Informationsversorgung nach dem Pull-Prinzip.

Visuelle Kommunikation, von Aicher als „bildliche Mitteilung in einem kommunikativen Prozeß“ bezeichnet, ermöglicht eine wesentliche Ausweitung der Übermittlungsgrenzen der Sprache (Aicher 1994). Visuelle Systeme lassen sich zunächst in Bilder und graphische Systeme unterteilen, wobei graphische Systeme eine weitere Unterteilung in Diagramme, Netze, Karten und Symbole erfahren können.

BERTIN formulierte drei wesentliche Funktionen graphischer Systeme:

- Informations-Registrierung, zur Entlastung des Speichervermögens des Gedächtnisses durch Schaffung eines künstlichen Speichers.
- Informations-Vermittlung, durch speicherbare graphische Bilder, die als Informationen leichter im Gedächtnis eingeprägt werden können.
- Informations-Weiterverarbeitung, durch sachgerechte Vereinfachungen, ohne Verfälschungen der Informationen.

Diese Funktionen müssen in Teilschritten erfüllt werden, damit individuell vorhandenes Wissen zu kollektiv nutzbaren kognitiven Bildern und Karten transformiert werden kann. Das menschliche Wissen ist im Gehirn wie in einem komplexen, mehrdimensionalen Netzwerk gespeichert. Kommunikation von Wissen ist zunächst als Prozeß des Austausches von Informationen, die mit zusätzlichen Strukturen versehen sind, zu verstehen. Weiterhin ist festzustellen, daß Kommunikation von Wissen in jedem Fall an ein bestimmtes Medium gebunden ist. Als klassische Medien können Sprache und geschriebene Dokumente angesehen werden, wobei bei Texten verknüpfte Wissensstrukturen durch den Autor in eine lineare Abfolge gebracht wurden.

Die Aufnahme von Wissen ist immer auch mit Integrationsprozessen verbunden, was wiederum zum Aufbau neuer Wissensstrukturen führen kann. In jedem Fall muß das lineare Dokument dekodiert und wieder entlinearisiert werden. Nur dann können die in Dokumenten enthaltenen Wissens Elemente in eigene, individuelle Repräsentation integriert werden.

Wir postulieren daher, daß die gemeinsame Nutzung von Informationen und Wissen eine materielle Ebene mit einer Grundmenge von Gemeinsamkeiten benötigt. Bild 4 stellt die Übermittlung von Informationen aus der mentalen Ebene eines Senders über ein materielles, lineares Dokument in die mentale Ebene der Wahrnehmung und Interpretation eines Empfängers dar.

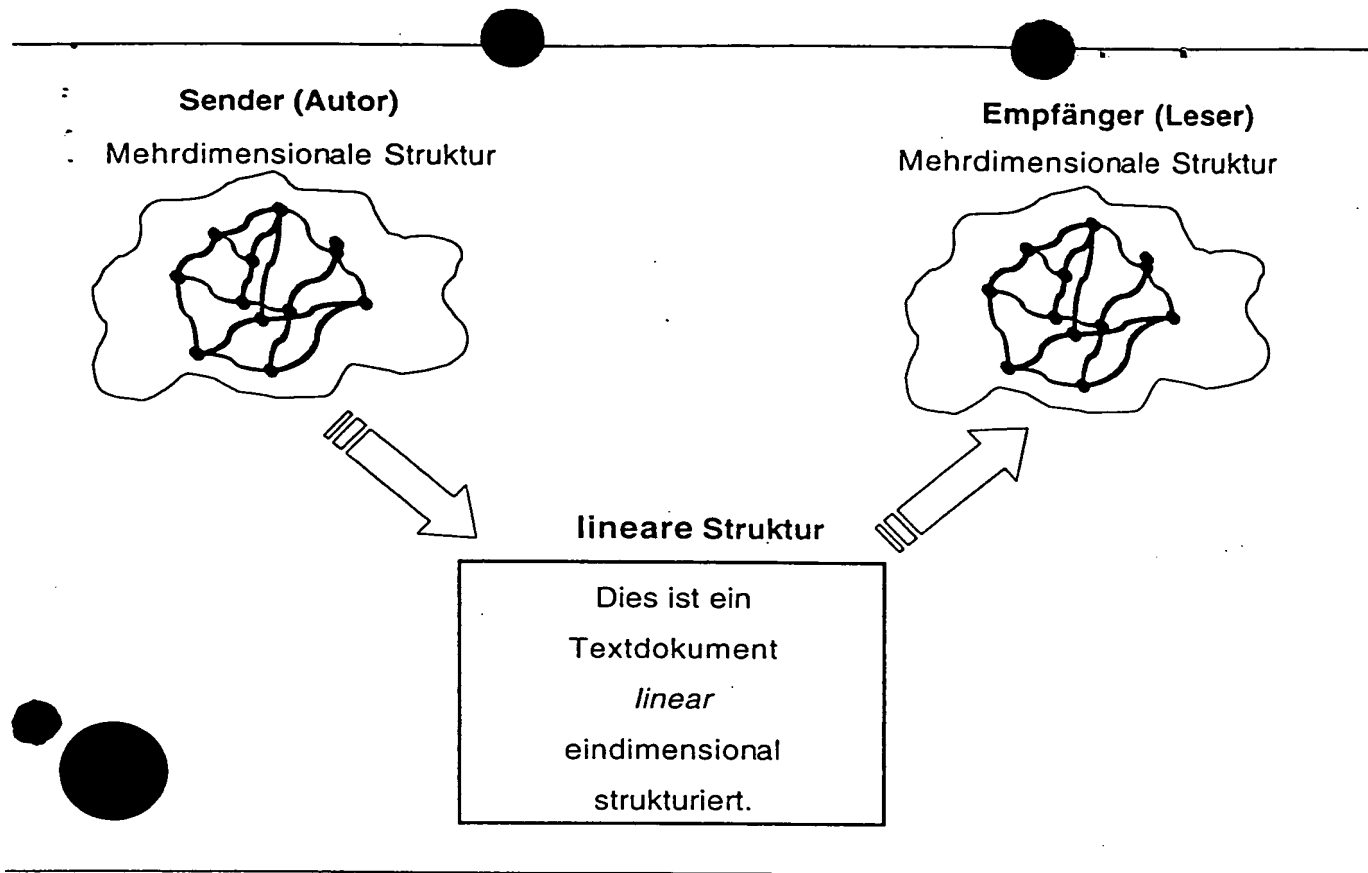


Bild 4: Transformation einer mehrdimensionalen mentalen Struktur eines Senders über einen linearen Informationsträger in eine mehrdimensionale Struktur eines Informationsempfängers

Wissensgehalte werden aus verschiedenen Knoten heraus über die sie verbindenden Kanten aktiviert. Knoten stellen Informationseinheiten mit einer Menge von Daten und Informationen dar, Kanten verbinden Informationseinheiten und ermöglichen den Aufbau von vernetzten, nichtlinearen Informationsstrukturen.

Der Sender muß bei einer Wissenskommunikation die Menge seiner assoziierten Knoten in linearisierter Form beschreiben, daß der Empfänger daraus wieder eine dem Sender entsprechende mehrdimensionale Wissensstruktur aufbauen kann. Dazu ist es notwendig, die vorhandenen Gemeinsamkeiten zwischen den Kommunikationspartnern zu verdeutlichen, damit mehrdimensionale Komplexe in eindimensionaler Form abgebildet und interpretiert werden können.

McLuhan schreibt hierzu sinngemäß: „Ziel des Senders ist es, eine Veränderung im ‚Vorstellungsbild‘ des Empfängers hervorzurufen.“ Dazu müssen die auf der mental-kognitiven Ebene der Informationsbesitzer vorhandene Wissensbestände zunächst in materieller Form dargestellt werden. In einem zweiten Schritt sind diese Informationen zu interpretieren, indem die Hintergründe und Ziele transparent gemacht und aus unterschiedlichen Perspektiven gedeutet werden. In einem dritten Teilschritt ist das Wissen zu relativieren. Hierzu müssen markante Zusammenhänge gekennzeichnet und die Bedeutung der einzelnen Informationen relativiert werden. Wichtiges und weniger Wichtiges sollte leicht unterschieden werden können. Zusammenhänge und Abhängigkeiten müssen visualisiert sein. Bild 5 verdeutlicht die Abhängigkeit einer aktiven Wissenskommunikation von der Modellierung der „Gemeinsamkeiten“.

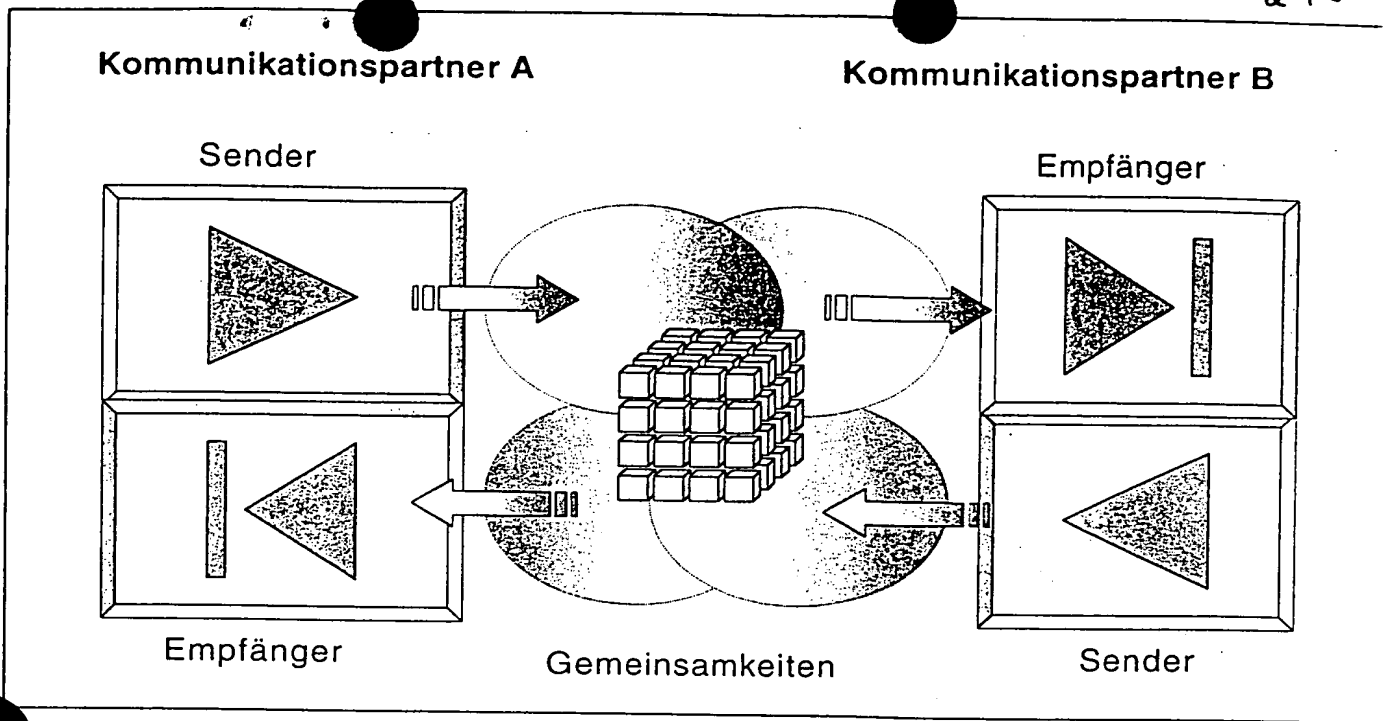


Abbildung 5: Abhängigkeit der Kommunikation von der Modellierung von „Gemeinsamkeiten“

4. Der Ansatz „Kollektiver Informationsraum“

Für den erfolgreichen Einsatz von Hyper-Media-Systemen in einem technischen Umfeld muß der jeweilige besondere Kontext einer Anwendung Berücksichtigung finden. Eine wirksame Teamunterstützung im Umfeld dynamischer Produktionsprozesse erfordert demnach:

- leistungsfähige Navigationsmechanismen und
- eine spezifische Prozeßintegration mit Hilfe von Methoden.

Diese Forderungen werden durch die verfügbaren Hyper-Media-Systeme nicht genügend erfüllt. Navigationsmechanismen für Hyper-Media-Systeme müssen kreative Mitnahmeeffekte, die zur Lösung einer Aufgabe beitragen, zulassen. Sie sollten jedoch gleichzeitig einem u.U. auftretenden kontraproduktiven Überraschungseffekt entgegenwirken. Werden in einem Hyper-Media-System einige tausend Dokumente verknüpft, treten üblicherweise größere Kohärenzfelder auf, die das eigentliche Informationsobjekt beim Browsen verdecken könnten. Diese Überraschungseffekte, die Hyper-Media-Systemen offenbar immanent sind, sollten jedoch nicht gänzlich unterbunden werden, da damit auch der Verlust von „kreativem Chaos“ verbunden wäre. In der Literatur wird vorgeschlagen, die Orientierungsteile von den im engeren Sinne informativen Teilen zu trennen. Das bedeutet jedoch nicht, daß sich Navigation nur auf die informativen Teile bezieht.

Wie in den vorhergehenden Ausführungen aufgezeigt wurde, benötigt die Kommunikation zwischen Menschen ein materielles Medium zur Transformation, das mit Hilfe der Modellierung von Gemeinsamkeiten, geeigneten Strukturinformationen und intuitiven Navigationsmechanismen eine zielgerichtete Kommunikation ermöglicht. Zur Erfüllung dieser Forderungen wird die Konzeption eines „kollektiven Informationsraumes“ postuliert.

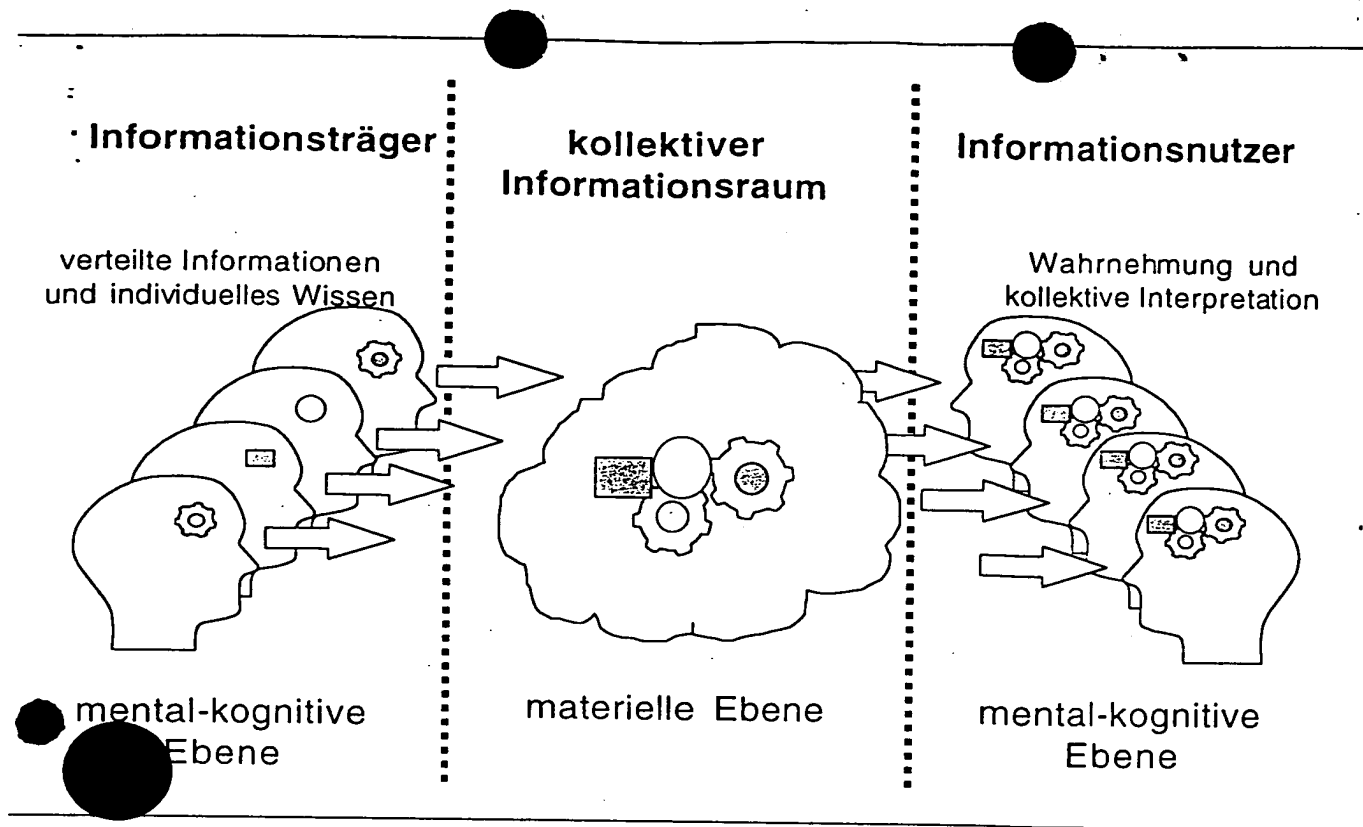


Bild 6: Transformation individuellen Wissens und kollektive Interpretation von Informationen

iert. Ausgehend von den mentalen Ebenen der Individuen und ihrem spezifischen Wissen werden durch einen kollektiven Informationsraum auf materieller Ebene interpretierbare kognitive Bilder, die eine kollektive Wissens- und Informationsbasis ermöglichen, in strukturierter Form repräsentiert. Der hier beschriebene Ansatz basiert auf dem Konzept der Semantischen Netze und den Informationstheorien von Shannon, Weaver und Nauta.

Die Transformation und Verteilung von individuellem Wissen in organisatorisches Wissen mit Hilfe des kollektiven Informationsraumes verdeutlicht Bild 6. Auf der mental-kognitiven Ebene der Informationsquelle wird mit Hilfe vereinbarter und allgemein zugänglicher Gemeinsamkeiten eine Informationseinheit erzeugt, die in der Struktur des kollektiven Informationsraumes in materieller Form gespeichert wird. Die Informationsnutzer lokalisieren entsprechende Informationseinheiten mit Hilfe der vereinbarten Strukturinformationen und transformieren die enthaltenen Informationen aus der materiellen Ebene in die mental-kognitive Ebene der Informationssinke.

In Bild 7 werden zur besseren Orientierung die grundlegenden Elemente des Konzeptes „kollektiver Informationsraum“ in der Form eines Würfels dargestellt. Das postulierte Konzept des „kollektiven Informationsraumes“ definiert einen Strukturraum, in dem die notwendigen Referenzen auf Informationen, Methoden und Beziehungen repräsentiert werden. D.h. in einem kollektiven Informationsraum wird die Gesamtheit aller Informationseinheiten und ihrer Beziehungen untereinander referenziert, aus denen dem Benutzer während des Zugriffes auf die Informationseinheiten mit Hilfe von Methoden eine bedarfsgerechte Auswahl in Form von „Informationsobjekten“ präsentiert werden. Der kollektive Informationsraum bildet den notwendigen Strukturraum zur Repräsentation der Informationen und Methoden. Die Informationen werden in handhabbaren Informationseinheiten

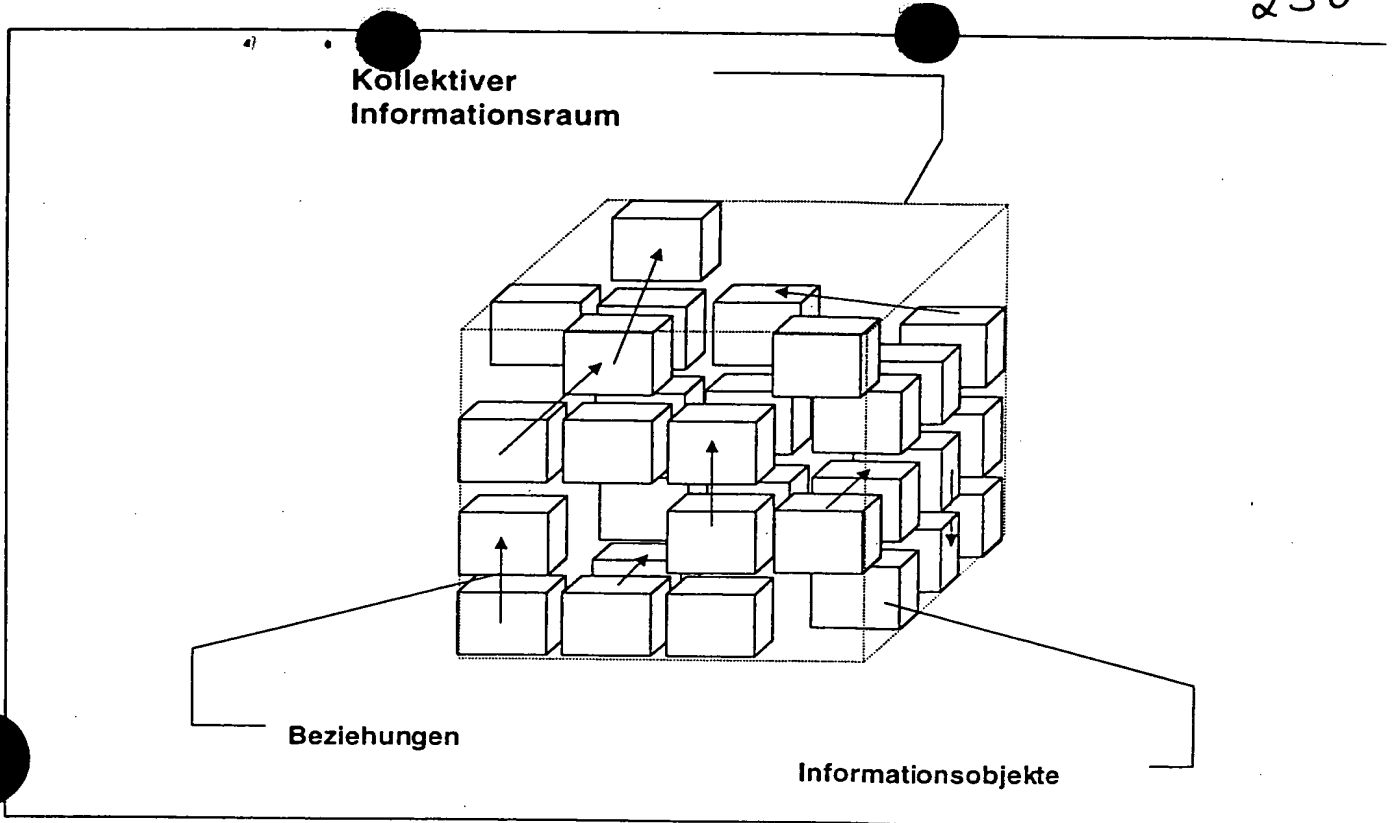


Bild 7: Prinzipielle Struktur und Basiselemente des kollektiven Informationsraumes

repräsentiert, die als semantische Einheiten für sich alleine stehend eine entsprechende Aussage vermitteln können. Zwischen diesen Informationseinheiten bestehen Beziehungen.

5. Die Konstruktion des kollektiven Informationsraumes

Information ist kein Selbstzweck, sondern selbst als Mittel für andere Zwecke in dynamische Leistungserstellungsprozesse (Wertschöpfung) eingeordnet. STROETMANN schlägt ein dreidimensionales Analyseraster vor, um solche Prozesse zu analysieren. Die Dimensionen des Rasters sind

- Wertschöpfungskette
mit Input, Leistungserstellung, Output und Klientenpflege
- Management
mit Planung, Organisation und Kontrolle
- Informationsressourcen
mit Inhalten und Infrastrukturen

Auf allen Ebenen einer Organisation lassen sich solche Prozesse, einen oder mehrere Bereiche betreffend, unter Informationsgesichtspunkten analysieren. Diese Prozesse sind verbunden und rückgekoppelt, so daß sich komplexe Strukturen mit multidimensionalen Zusammenhängen ergeben. Bild 8 verdeutlicht die vielseitigen Interaktionen und Geschäftsprozesse des komplexen Gebildes Unternehmen zwischen den beteiligten Ressourcen Menschen und Systeme. Die Ressourcen werden durch die Umgebungsvariablen und den Geschäftsregeln maßgeblich beeinflusst.

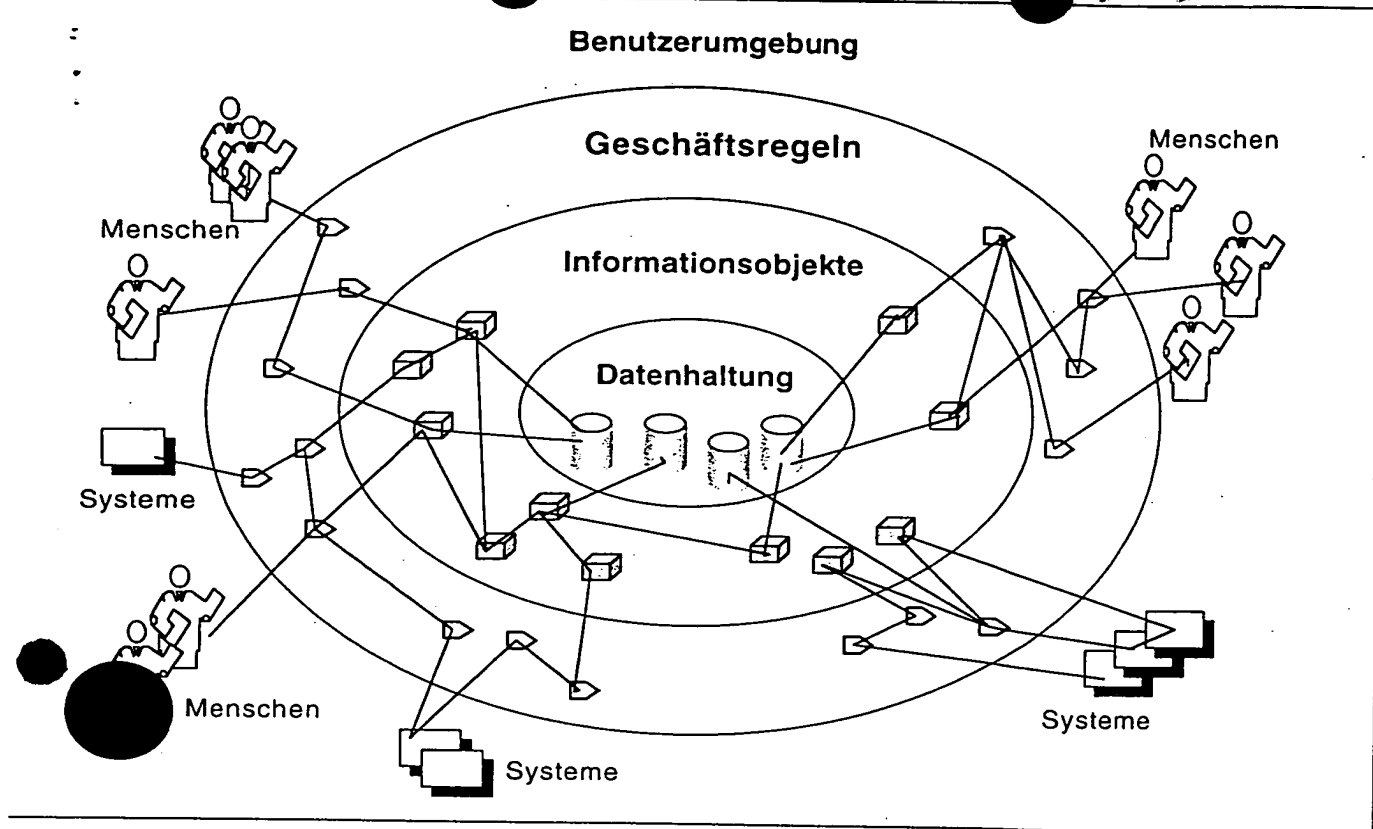


Bild 8: Mensch-Maschine-Interaktionen in diversen Interaktionsebenen

Betrachtet man die spezifischen Anforderungen der prozeßorientierten Industrie unter diesen Analyseaspekten, können drei primäre Informationsdimensionen (auch: generische Objektklassen) abgeleitet werden:

- Prozesse,
- Wirkungsbereiche,
- Informationsaspekte.

Prozesse beschreiben die Abfolgen von Aktivitäten in den gesamten Wertschöpfungsketten eines Unternehmens. Wirkungsbereiche umfassen reale Bereiche oder Objekte wie beispielsweise Gebäude oder Anlagen, Produkte und Einsatzstoffe, Abfälle und Emissionen und nicht zuletzt die betroffenen Menschen. Diese Strukturierung ermöglicht eine verbesserte Aufbereitung und Bereitstellung von Informationen unter verschiedenen Blickrichtungen, die in diesem Kontext als Informationsaspekte definiert werden.

Die Konstruktion und Strukturierung des kollektiven Informationsraumes wird deshalb mit diesen drei Primär-Dimensionen vorgenommen. Zusätzliche Dimensionen können durch Objektklassen und Zeitstempel der Informationsobjekte eingebracht werden. Das generische Objektmodell dient als Referenz und Baukasten für die Entwicklung der lokalen Informationssysteme. Die Identifikation der Objekte erfolgt aus dem Zusammenhang der definierten Prozesse, den betroffenen Wirkungsbereichen und den spezifischen Informationsaspekten heraus. Der Aufbau des kollektiven Informationsraumes erfolgt parallel zur Prozeßmodellierung. Hierzu ist es notwendig:

- Prozesse zu identifizieren,
z. B. Kernprozesse und unterstützende Prozesse
- Prozesse zu dokumentieren,
z. B. Informations- und Kommunikationsbedarf
- Prozesse zu analysieren,
z. B. Auswertung vorhandener Kennziffern, Störungen identifizieren
- Prozeß-Ziele festzulegen,
z. B. operative Ziele aus der Unternehmensstrategie ableiten
- Prozeß-Besitzer zu definieren,
z. B. Einzelpersonen, Gruppen, Teams und „Kümmerer“

Der kollektive Informationsraum wird dabei einerseits durch die Beschreibung von Objektinstanzen und ihrer Veränderung aufgebaut und andererseits durch die Anforderungen der Geschäftsprozesse an eine Informationsbereitstellung geprägt. Entscheidend ist die Bereitstellung handhabbarer Informationsobjekte, die in verteilten Anwendungsumgebungen und Wirkungsbereichen, dezentral durch die betroffenen Mitarbeiter mit ihrer spezifischen Kompetenz erstellt und gepflegt werden können.

Die Strukturierung des Informationsangebotes

Die Konzeption des generischen Objektmodells zur dynamischen Bereitstellung von Prozeßwissen strukturiert Informationsobjekte mit Hilfe eines Informationswürfels mit drei Primärdimensionen. Für die Struktur des Informationsraumes wird, entsprechend den vorab definierten Anforderungen, auf der obersten Ebene eine Einteilung nach den generischen Objektklassen „Prozesse“, „Informationsaspekte“ und „Wirkungsbereiche“ vorgenommen. Als interne Struktur sind wieder dreidimensionale Informationselemente vorgesehen, die den Objektmerkmalen entsprechen. Weitere Strukturdimensionen, wie beispielsweise „Objektyp“, können integriert werden.

Bild 9 verdeutlicht die Dimensionen des kollektiven Informationsraums mit den Dimensionen „Prozesse“, „Wirkungsbereiche“ und „Informationsaspekte“. Die mentalen Vorstellungen des Senders werden im definierten „kollektiven Informationsraum“ in materielle Informationsobjekte transformiert und durch den Empfänger wieder aus dem gemeinsamen materiellen Raum in eigene mentale Bilder und Karten übertragen und interpretiert. Informationsobjekte müssen in Form einer Katalogisierung, als einheitliches Verzeichnis der im Unternehmen zu haltenden Informationen, spezifiziert werden. Jedes Element des Informationsmodells stellt einen adäquaten Informationsinhalt als spezifisches Informationsobjekt zur schnellen Handlungs- oder Entscheidungsfindung bereit.

Die Struktur ist vergleichbar mit den Hierarchien in Dateisystemen, existiert jedoch völlig unabhängig von diesen. Alle Daten werden ausschließlich in ihrem originären Zustand und im originären System gespeichert und gepflegt. Im kollektiven Informationsraum werden diese Originaldaten unter den unterschiedlichen Gesichtspunkten der Anwender in Form strukturierter Informationsobjekte repräsentiert.

Diese Informationsobjekt-Hierarchie hat im wesentlichen fünf Funktionen. Die Strukturierung

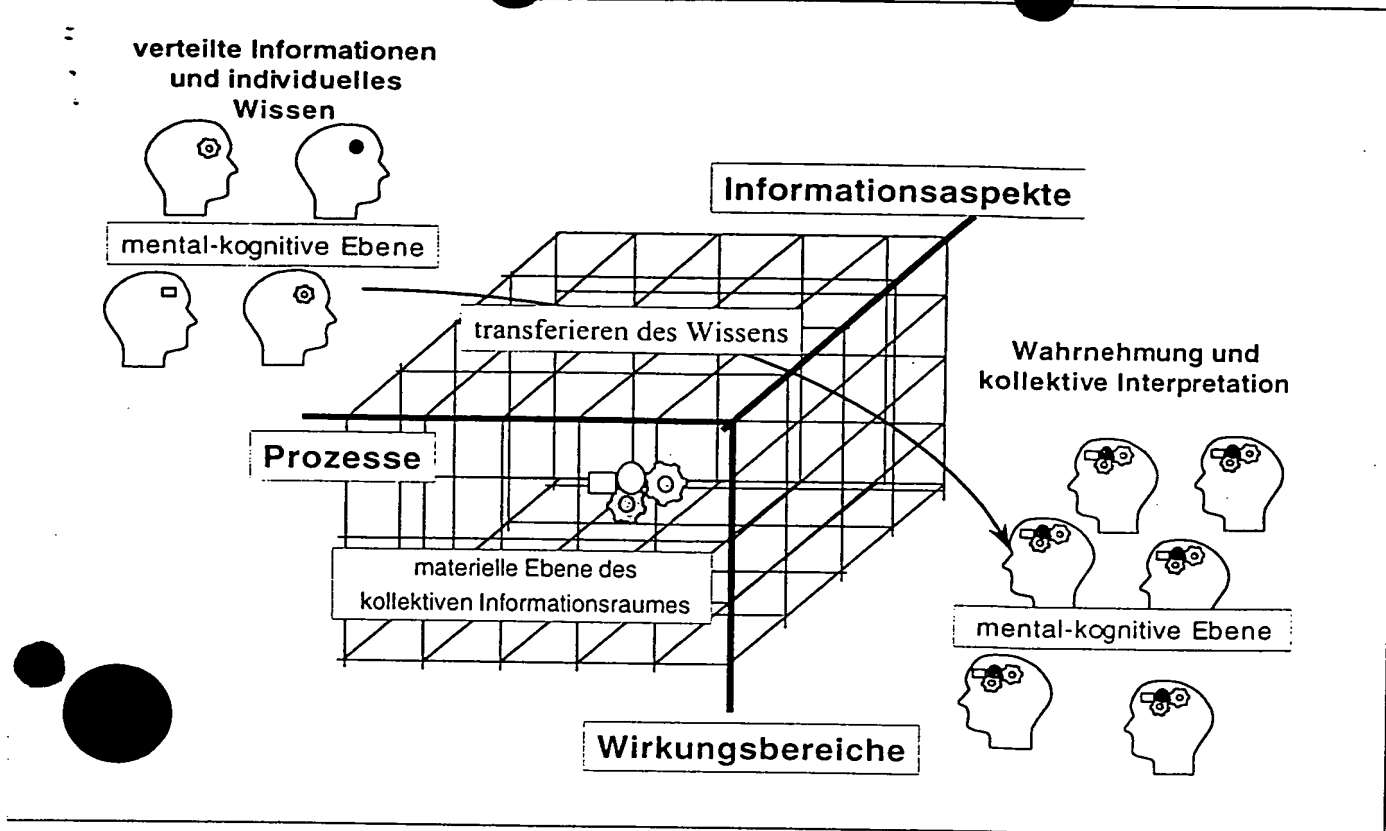


Bild 9: Struktur des kollektiven Informationsraumes und zugehörige Transferfunktion

- nach den drei Primärdimensionen (Prozesse, Wirkungsbereiche, Informationsaspekt) ermöglicht dem Benutzer eine hierarchische Navigation im kollektiven Informationsraum.
- erleichtert die Orientierung im Informationsangebot unabhängig von der Navigation entlang der Information-Beziehungen (Hyperlinks).
- ermöglicht die gezielte Vergabe von Zugriffsrechten, indem einzelnen Benutzern oder auch Benutzergruppen die Möglichkeit des Lesens und/oder Veränderns von Informationsobjekten in bestimmten Strukturbereichen erlaubt wird.
- Die Benutzer können gezielt in einer oder auch allen Strukturdimensionen nach spezifischen Informationsobjekten und Dokumenttypen suchen.
- Die zusätzliche Strukturierung nach Dokumenttypen (z. B. Blockschaltbilder oder Lagepläne) grenzt die Bereiche für die Suche ab.

Die Strukturierung des kollektiven Informationsraumes ermöglicht eine klare und verständliche Repräsentation des Informationsangebotes. Sie ist von entscheidender Bedeutung für die Übersichtlichkeit und die Qualität der verfügbaren betrieblichen Informationen. Entscheidend ist die bedarfsgerechte Dekomposition der jeweils benötigten Informationen. Dies wird mit dieser Konzeption dadurch erreicht, daß die jeweils betroffenen Menschen die in ihrem Arbeitsbereich notwendigen Informationen selbst bestimmen, erfassen und pflegen. Dieser Aspekt besitzt eine besondere Bedeutung, wenn man die in einem Fraktal oder dezentralen Unternehmenseinheit lokal benötigten Informationsmengen den global

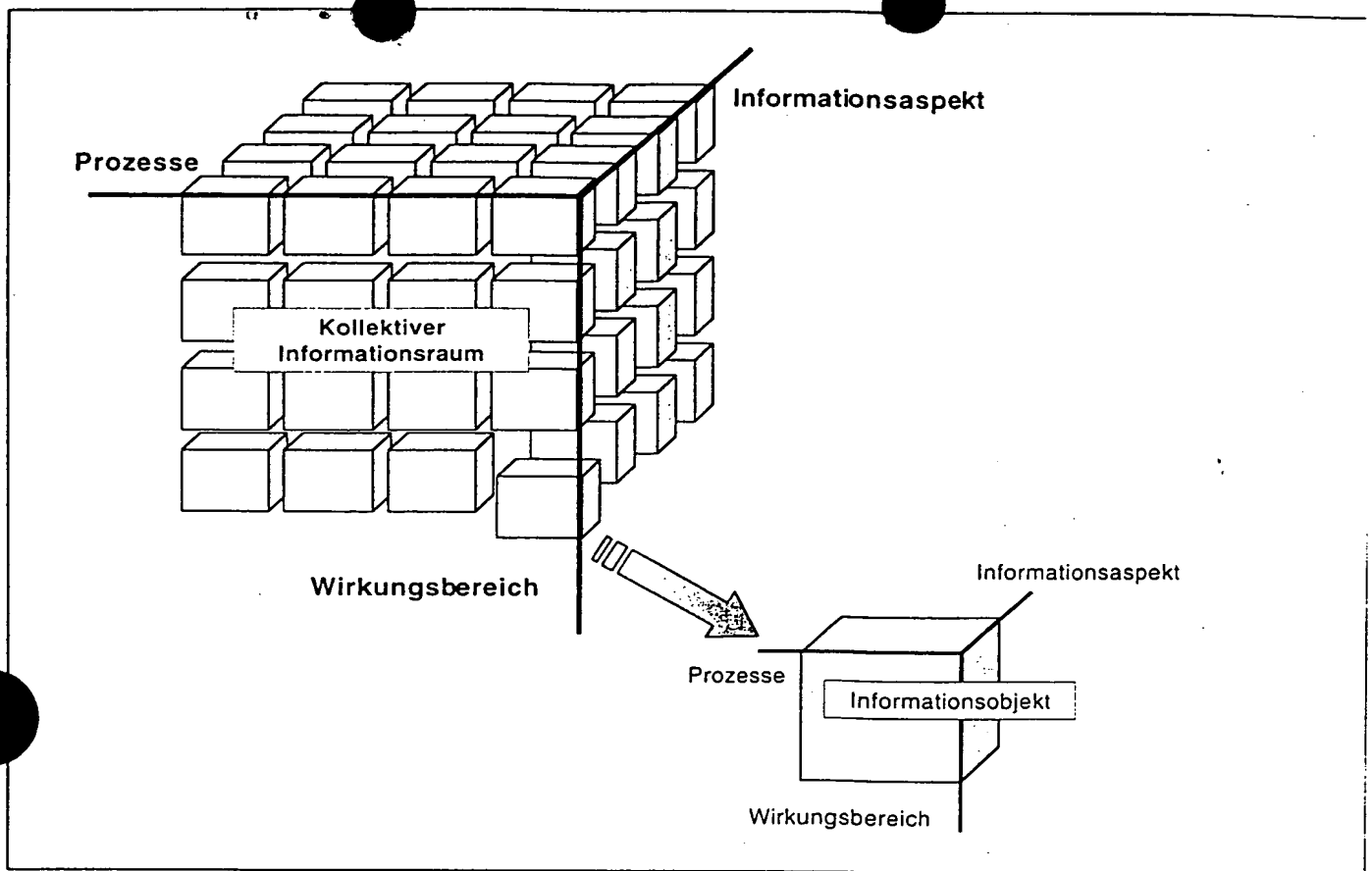


Bild 10: Aufbau des kollektiven Informationsraumes

benötigten oder den Schnittmengen mit anderen Fraktalen gegenüberstellt. Die global benötigten Informationen stellen oftmals lediglich einen geringen Teil der lokal benötigten Informationsmenge dar. Damit wird auch deutlich, daß es wenig Sinn macht, alle Datenquellen in ein gemeinsames Datenmodell pressen zu wollen.

Die strukturierte Bereitstellung von Informationsobjekten in einem kollektiven Informationsraum ermöglicht eine bedarfsorientierte Verfügbarkeit unter Verwendung heterogener und verteilter Daten-, Informations- und Wissensbestände. Bild 9 stellt den kollektiven Informationsraum als Würfel mit den drei Primärdimensionen dar. Es wird deutlich, daß alle Informationsobjekte durch die drei Dimensionen des kollektiven Informationsraumes eindeutig strukturiert werden. Die Strukturdimensionen können den spezifischen Anforderungen entsprechend weiter verfeinert werden, wobei jede Dimension unabhängig gestaltet werden kann. Ebenso unabhängig können Informationsobjekte in den kollektiven Informationsraum integriert werden. Sollen beispielsweise zunächst lediglich Informationsobjekte unter dem Informationsaspekt „Qualitätsmanagement“ eingebracht werden, besteht die Dimension Informationsaspekt zunächst lediglich aus einem Segment, das jedoch bei zusätzlichen Anforderungen ohne Einschränkungen dynamisch erweitert werden kann.

Der kollektive Informationsraum benutzt voneinander unabhängige, baumartige Hierarchien, um ein Informationsobjekt bezüglich seines Inhaltes oder seiner Verwendung in der mehrdimensionalen, katalogartigen Struktur zu kategorisieren. Diese informationellen Hierarchien stellen Strukturdimensionen dar und beschreiben eine wohlstrukturierte und diskret annotierte Anwendungssicht auf die Gesamtheit der verwalteten Informationsobjek-

e eines Unternehmens. Die Strukturdimensionen spannen quasi einen übergeordneten „Unternehmensinformationsraum“ auf, der als Gesamtmenge aller Anwendungssichten auf die betriebliche Informationsmenge betrachtet werden kann.

Um ein Informationsobjekt in diesen Strukturraum einzuordnen, wird es mit Hilfe eines Informationsvektors, der aus mehreren Strukturpositionen gebildet wird, beschrieben. Dabei stellt eine Strukturposition eine diskrete Position in einer der Dimensionshierarchien und somit eine Koordinate im kollektiven Informationsraum dar. Die Einordnung der Informationsobjekte in den Strukturraum sowie die Navigation erfolgt dementsprechend über eine multidimensionale Adresse, dem Informationsvektor.

Diese polyhierarchische Katalogisierung erlaubt eine datenbankgestützte Suche nach Informationsobjekten mit ähnlichen Koordinaten im kollektiven Informationsraum und das darauf aufbauende Zusammenstellen von kontextorientierten Informationsobjekten. Mehrere, gleichzeitig visualisierte Strukturbäume erlauben eine interaktive Navigation, wobei die aktuelle Position des Benutzers im Strukturraum durch Hervorhebung der gerade besuchten Koordinaten verdeutlicht wird.

Der „Struktur-Manager“

Die Integration von Informationsobjekten in den kollektiven Informationsraum stellt einen wesentlichen Prozeßschritt bei der Informationsbereitstellung dar. Um diesen Prozeß effizient unterstützen zu können, wurde ein „Struktur-Manager“ entwickelt, der an dieser Stelle lediglich in einem für das Verständnis notwendigen Umfang vorgestellt wird.

Der Struktur-Manager stellt einen eigenständigen Methodenbaustein dar und enthält zunächst die drei primären Dimensionen des kollektiven Informationsraumes. Eine vierte

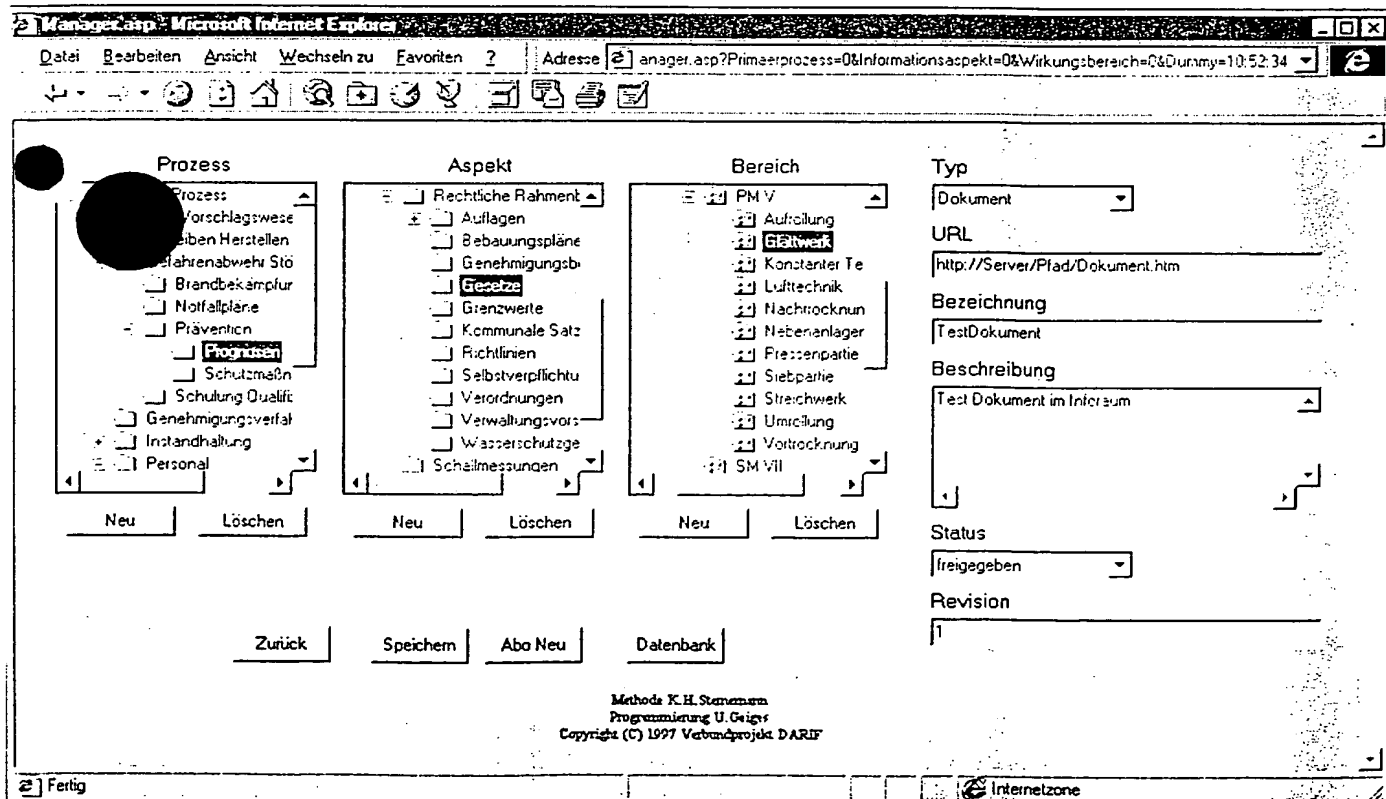


Bild 11: Screenshot des prototypischen Struktur-Managers

Dimension ergibt sich aus der Auswahl „Dokument-Typ“. Zusätzlich sind weitere Eingabefelder zur Beschreibung des zu integrierenden Informationsobjektes enthalten.

Um ein Informationsobjekt in die Struktur des kollektiven Informationsraumes zu integrieren, wählt man wie im Strukturbrowser jeweils eine gewünschte Kategorie aus den drei Dimensionen aus. Danach sind noch der Dokument-Typ, eine erweiterte URL zu der physikalischen Adresse der originären Information, Methode oder Daten, sowie eine Beschreibung anzugeben. Mit dieser Beschreibung werden „Post-it“ Informationen zur zugehörigen Informations-Beziehung integriert, die während der Navigation eine schnelle Übersicht und Einordnung der gefundenen Information-Beziehungen ermöglichen.

Bild 11 zeigt beispielhafte Eingaben in den Struktur-Manager zur Identifikation und Einordnung in den Strukturraum. Nach erfolgreichem Speichern dieser Strukturinformationen werden die Informations-Beziehungen für dieses Informationsobjekt aktualisiert, und das Informationsobjekt steht nun allen Nutzern zur Verfügung.

Virtuelle Informationsräume

Unter dem Begriff virtueller Informationsraum werden individuelle Sichten des Anwenders oder eines Teams verstanden. Der daraus resultierende Informationsraum präsentiert einen optimalen Informationsbestand innerhalb eines semantischen Kontextes. Diese virtuellen Informationsräume sind vom Ballast umgebender Informationsobjekte befreit und ermög-

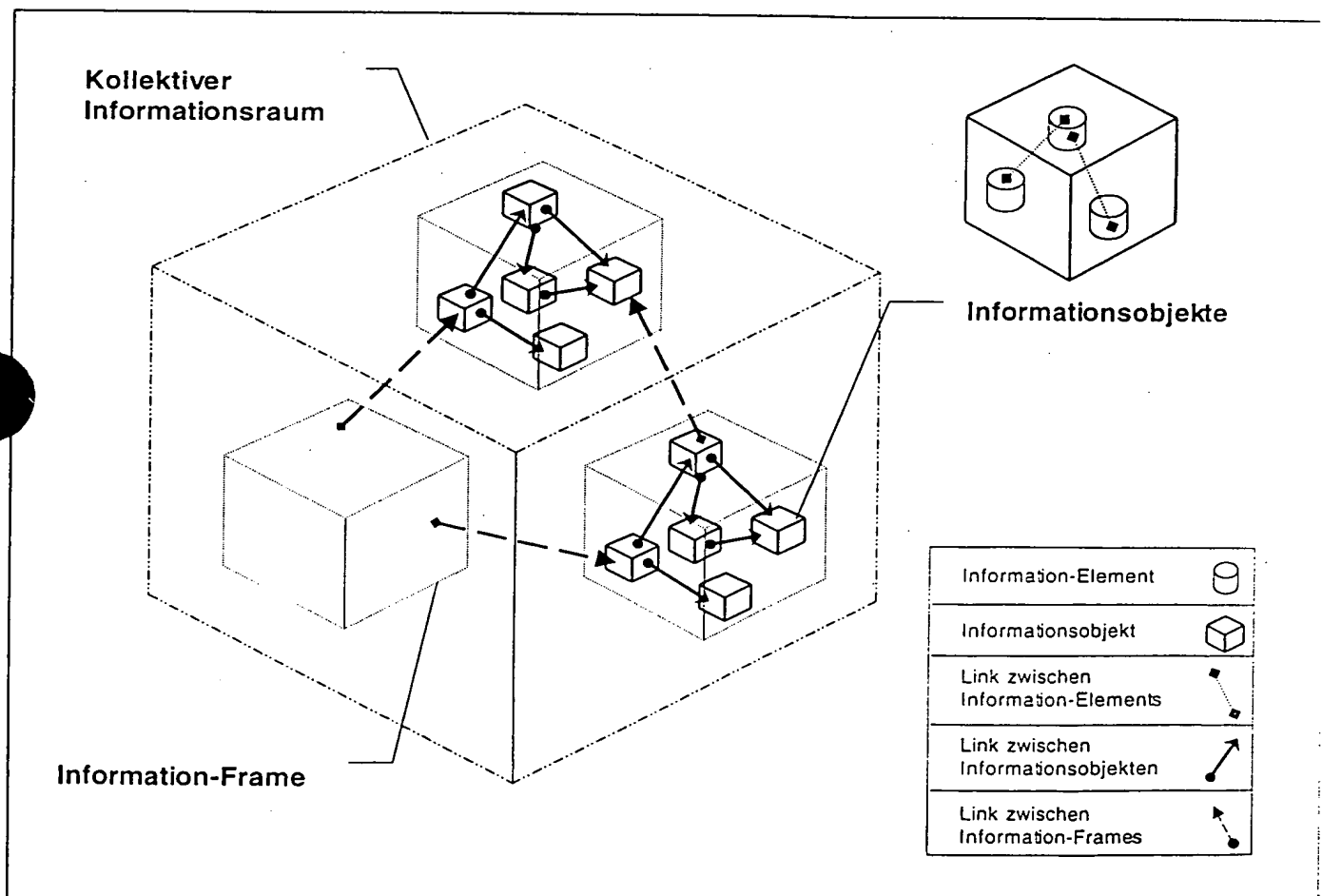


Bild 12: Zusammenwirken von Informationsobjekten, Beziehungen, Strukturinformationen und virtuellen Informationsräumen

ich eine schnellere Orientierung innerhalb eines Arbeitsgebietes, ohne den Zusammenhang zum kollektiven Informationsraum zu verlieren.

Bild 12 verdeutlicht die Segmentierung und den Aufbau des kollektiven Informationsraumes mit den Bestandteilen Informationsobjekt und Information-Frame als virtuellem Informationsraum. Der Konzeptbaustein Information-Frame stellt den jeweils direkt explorbaren Teil des kollektiven Informationsraumes dar. Die Gesamtheit aller Informationsobjekte des kollektiven Informationsraumes werden für den Benutzer zunächst nicht sichtbar. Die virtuellen Informationsräume werden dynamisch im Kontext der jeweiligen Anfrage als wechselnde Teilräume visualisiert.

Damit in dynamischer Weise eine Segmentierung des Informationsangebotes entsprechend zu definierender Kohärenzkriterien ermöglicht werden kann, sind Metainformationen (z. B. Objekt-Besitzer, Freigabestelle) Bestandteil des kollektiven Informationsraumes. Metainformationen werden aus den Eingaben des Anwenders abgeleitet. Die dadurch gewonnenen Kohärenzinformationen werden zur dynamischen Segmentierung der virtuellen Informationsräume verwendet und ermöglichen somit gleichzeitig den automatisierten Aufbau von Wissensinhalten (Kohärenzfelder der Informationsobjekte), Kompetenz-Netzwerke (Objekt-Besitzer sind Wissensträger) und ein Kompetenz-Brokering, d.h. eine Visualisierung der Informationsobjekte und ihrer Besitzer in thematisierten „Wissenslandkarten“.

Ein kurzes Fazit

Mit dem Ansatz und der Konstruktion der Informationsräume wird den Anforderungen Rechnung getragen, wie sie für das Informations- und Wissensmanagement in dezentralen Strukturen aufgezeigt wurden. Das Spannungsfeld zwischen individuellem und kollektivem Wissen, als dem Fundament organisatorischer Lernprozesse wird dabei ebenso berücksichtigt wie die Randbedingungen der dynamischen Prozeßorganisation. Wie die Beispiele im dritten Teil dieses Buches zeigen, funktionieren Idee und Realisierung des kollektiven Informationsraumes dort, wo es notwendig ist: in den Betrieben.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)
